



DIE

MINERALQUELLEN

VON

BADEN

IM

ANTON AARGAU

CHEMISCH PHYSIKALISCH BESCHRIEBEN

UND UNTERSUCHT

VON

CARL LÖWIG

[illegible]

ZÜRICH

BEI FRIEDRICH SCHULTHESS

1837

ÜBER DIE

BESTANDTHEILE UND ENTSTEHUNG

DER

MINERALQUELLEN.

EINE

NATURWISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNG

VON

CARL LÖWIG,

Doctor der Medizin und Philosophie, Professor der Chemie an der Universität und an der oberen Industrieschule in Zürich.



ZÜRICH,

BEI FRIEDRICH SCHULTHESS.

1837.

DIE
MINERALQUELLEN
VON
BADEN
IM
CANTON AARGAU.

IN

CHEMISCH-PHYSIKALISCHER BEZIEHUNG

BESCHRIEBEN

VON

CARL LÖWIG,

Doctor der Medizin und Philosophie, Professor der Chemie
an der Universität und an der oberen Industrieschule
in Zürich.



ZÜRICH,

BEI FRIEDRICH SCHULTHESS.

1837.

ÜBER

DIE BESTANDTHEILE

DER

MINERALQUELLEN.

VORREDE.

Die Veranlassung zur Herausgabe vorliegender Schrift, welche ich besonders dem ärztlichen Publikum empfehle, gab die Untersuchung der Mineralquellen von Baden. Sie unterscheidet sich in mancher Beziehung von den meisten Brunnenschriften. Das rein Wissenschaftliche ist in denselben in der Regel sehr untergeordnet. Dagegen findet man das Geschichtliche, die Lage und Umgebungen des Badeortes ausführlich beschrieben; besonders aber werden die heilkräftigen Wirkungen des Mineralwassers herausgehoben.

In Beziehung auf das Historische, die Lage und Umgebungen, besitzt Baden ein vortreffliches Werk: « Die Badenfahrt von *David Hess*, Zürich bei Orell, Füssli und Comp. 1818. » Und in der Schrift: « Ueber die warmen Quellen zu Baden im Aargau, von *Kottmann*. Aarau 1826 » kann man sich über die Wirkung des Wassers unterrichten.

Ich habe die Ansicht, dass der gebildete Arzt, wenn er die Wirksamkeit eines Mineralwassers gründlich beurtheilen will, nicht allein die genaueste Kenntniss von den Bestandtheilen des Wassers besitzen, sondern überhaupt mit allen physikalisch-chemischen Verhältnissen bekannt sein muss, welche auf irgend eine Weise mit der Heilquelle in Verbindung stehen. Von dieser Meinung ausgehend, suchte ich in der ersten Abtheilung Alles zusammenzustellen, was in genannten Beziehungen von Wichtigkeit sein kann. Obschon die Schrift zunächst auf die Mineralquellen von Baden berechnet ist, so war ich doch bemüht, die Behandlung des Gegenstandes so allgemein als möglich zu halten. Alles Gesagte lässt sich daher auch auf eine andere Quelle übertragen.

Bei der Ausarbeitung des zweiten Theils berücksichtigte ich ein allgemein gebildetes Publikum, was ich bei Beurtheilung desselben zu beachten

bitte. Ohne die rein wissenschaftliche Sprache aufzugeben, suchte ich die Entstehung der Mineralquellen auf eine allgemein verständliche Weise zu entwickeln. Ob mir diese Aufgabe gelungen, mag der Leser entscheiden.

Das Auftreten gegen die, in den meisten Brunnenschriften sich bis zum Ekel vorfindende, mystische Richtung, wird von einem Chemiker natürlich erscheinen. Ich habe mich stets meiner Stimmung überlassen, nie aber Personen, sondern nur die Sache gemeint. Man zuckt über die *Justinus Kerner*'schen Verirrungen die Achseln, und solche *Kernerianer* findet man die Menge unter den Schriftstellern über Mineralquellen. Ist denn die Annahme vom Besessensein eines Menschen eine grössere Abgeschmacktheit, als die vom Besessensein eines Mineralwassers? Es ist ein trauriges Zeichen der Zeit, dass so häufig das Gefühl das Bestimmende sein darf bei Beurtheilung von Gegenständen, wo bloss der Verstand herrschen sollte. Bald kommt es dahin, dass man vor jedem Tropfen Wasser, welcher aus der Erde hervorquillt, in Ausrufungen und Zuckungen verfällt, so dass man ohne das Riechfläschchen sich nicht mehr zur Stube hinaus wird wagen können. Würden doch die Schriftsteller über Mineralquellen bedenken, wie höchst unnöthig es sei, das Publikum mit

blossen Deklamationen zu unterhalten. Es ist eine unläugbare Wahrheit: die Mineralquellen üben auf den Organismus eine oft höchst bedeutende Wirkung aus. Des Gelehrten Aufgabe ist nun, Alles zu beachten, was zur Erklärung dieser Wirkung beitragen kann. Hierzu gelangt man durch *Beobachten*, aber nicht durch *Phrasenmacherei*.

Zürich, den 19. Juni 1837.

LÖWIG.

Inhalts-Verzeichniss.

B. *Ueber die Entstehung der Mineralquellen.*

I.

UNTERSUCHUNG
der Mineralwasser von Baden.

---

§. 1.

Aeltere Untersuchungen.

Mehrere Chemiker haben das Mineralwasser von Baden zu verschiedenen Zeiten untersucht. Die erste Analyse, welche eine Erwähnung verdient, hat J. Jakob *Scheuchzer* im Jahre 1730 geliefert *). Die Resultate, welche er erhalten, zeichnen sich für die Zeit, in der die Untersuchung angestellt wurde, in der bekanntlich die Chemie, und namentlich die analytische, kaum Ansprüche auf den Namen einer Wissenschaft machen konnte, durch einen auffallenden Grad von Genauigkeit aus. — Scheuchzer hat seine Untersuchungen auf verschiedene Quellen ausgedehnt; er hat die Menge der festen Theile bestimmt, welche in einer gegebenen Quantität Wasser enthalten sind, und durch vernünftige Reactionen die Bestandtheile des Wassers mit ziemlicher Sicherheit nachgewiesen. Zur

---

*) Vernunftmässige Untersuchung des Bads zu Baden, dessen Eigenschaften und Würkungen, durch Joh. Jakob Scheuchzer. Zürich, gedruckt bei Max. Rordorf 1732.

Erkennung der Salze benutzte er ganz besonders die Krystallform der abgeschiedenen Salze. „Es entdecken „zuweilen die mit Fleiss unternommene chymische Proben „ganz klar die wahrhaften Ingredienzien, insbesonder die „sogenannten Crystallisationen, die Beschaffenheit der in „denen Wassern enthaltenen Salzen, dann einmal das „gemeine und Meer-Salz würflicht, der Salpeter sechs-„eckigt, der Vitriol in Gestalt eines verschränkten Vier-„ecks anschiesst" *).

Ueber die im vorigen Jahrhundert (ja auch noch heutzutage) so verbreitete Meinung, als spiele der Alaun eine sehr bedeutende Rolle bei der Wirkung der Mineralwasser, sagt Scheuchzer: „Die Natur der Wasser ist ein „Sach von grossem Nachdenken und Erfahrenheit in der „Chymie. Hier brauchts nicht nur Oefen, Kohlen, Kol-„ben und andere Werkzeug, sondern ein gesundes und „wohlgegründetes Vernunft-Urtheil, eine *Chymiam ratio-„nalem*. Es ist diess eine schwere Sach, dass unter so „vielen Hunderten, so von allerhand Mineral-Wassern „geschrieben, sich sehr wenige finden, welche Satisfaktion „geben. Oft schreiben wir die Würkungen, so wir an „des Menschen Leib wahrnehmen, denen mineralischen „Theilen zu, welche denen blossen Wassertheilen, oder „derselben Wärme zugehören. Wir suchen oft Alet „(Alaun) uud andere Mineralien in denen Wassern, in „welchen sich nichts dergleichen findet. Wir fabriciren „*Entia* in unserm Gehirn, die nirgend in der Natur an-„zutreffen" **). Ferner: „Wenn jemand der innern Curen

*) a. a. O. S. 5.
**) a. a. O. S. 3.

„halber im Wege stehen, der dem Bad zugeschriebenem „Alaun, der beliebe zu wissen, dass nach meinen mit „allem Fleiss unternommenen Proben, sich von Alaun „nichts findet. Man lasse sich nicht verführen durch den „sogenannten Bad-Alet; diese oben auf den Bädern „schwimmende weisse Materie, ist kein Alet, sondern ein „kalkichtes irrdisches Wesen. Es ist dieses Vorurtheil, „ja dieser Betrug in unsern Landen gar gemein. Wir „pflegen diejenigen vor Alet-Wasser auszurufen, welche „durch starkes Sieden weiss-trüb werden, wegen vorge-„dachter kalkichter Erde“ *). Man sieht aus diesen Stellen, welche richtige Kenntniss Scheuchzer von diesen Absetzungen hatte.

§. 2.

Die Hauptresultate, welche sich aus Scheuchzers Untersuchungen ergeben, und die Wege, auf welchen er zu denselben gelangte, sind in der Kürze folgende:

a) Das spezifische Gewicht bestimmte er auf die Weise, dass er beobachtete, wie viel der Raum, den eine Unze Brunnenwasser einnimmt, mehr Thermalwasser aufnehmen kann; da das Brunnenwasser, dessen er sich bediente, selbst Salze aufgelöst enthält, und eine genaue Wage, welche zu solchen Bestimmungen nöthig ist, nicht vorausgesetzt werden kann, so haben die erhaltenen Resultate keinen Werth.

b) Die festen Bestandtheile wurden bestimmt durch Abdampfen einer gemessenen Quantität Wasser. Die

*) a. a. O. S. 52.

Resultate auf 1000 Theile Wasser berechnet, sind folgende:

Bären	6,483	Theile
Hinterhof	5,071	»
St. Verenabad	4,910	»
Staadhof	4,830	»
Blume	5,340	»
Sonne	4,400	»

Die Verschiedenheit rührt ohne Zweifel von der grössern oder geringern Hitze her, welche zuletzt auf die schon trockne Masse eingewirkt.

c) Die flüchtigen, salzigen und erdigen Theile bestimmte er auf folgende Weise. Der gewogene Rückstand wurde auf einem Eisenblech geglüht; die geglühte Masse wurde mit Wasser ausgekocht, das Unaufgelöste wurde gewogen und als erdige Theile in Rechnung gebracht. Die Menge der salzigen Theile erhielt *Scheuchzer* durch Abdampfen der wässrigen Lösung; die flüchtigen (wässrigen, schwefligen und andere subtile Theile Sch.) Stoffe ergaben sich durch den Verlust. Die erhaltenen Resultate auf 1000 Theile Wasser berechnet, sind:

	Flüchtige Theile.	Salzige Theile.	Erdige Theile.	
Bären	0,889	(4,048	1,546)	= 5,094
Hinterhof	0,546	(3,286	1,230)	= 4,516
Verenabad	0,314	(3,556	0,850)	= 4,406
Staadhof	0,605	(3,143	1,182)	= 4,325
Blume	0,606	(3,196	1,538)	= 4,734

Die grosse Menge salziger Theile, welche Scheuchzer gefunden, rührt von der Löslichkeit des Gipses her. Je mehr Wasser er zur Ausziehung der löslichen Theile

angewandt, desto bedeutender musste natürlich der Gehalt an salzigen Theilen ausfallen.

Die Reactionsversuche hat *Scheuchzer* in einer Tabelle mitgetheilt. Durch Silbersolution, Weinsteinsäure, Alaun, Bleizuckerlösung hat er den Kalk, die Salzsäure, die Schwefelsäure erkannt. Das Badsalz erklärt er für gemeines Salz. »Es ist würflichter Gestalt, wie das gemeine Salz, und zwar werden diese Würfel formirt aus viereckigten, zugespitzten Pyramiden, deren je sechs im Mittelpunkt des Würfels mit ihren Spitzen zusammentreffen.« Er vergleicht es ferner mit dem Bittersalz, und beweist die Verschiedenheit beider durch die verschiedene Krystallform, durch das Verhalten in der Wärme, in welcher das Bittersalz in dem Krystallwasser zerfliesst, das Badenersalz hingegen zerknistert, so wie durch die Reactionen mit Alkalien nach.

Ueber das Vorkommen des Schwefels spricht sich *Scheuchzer* folgendermassen aus: »Des Schwefels halb ist »kein Zweifel, dass er in dem Badischen Wasser vor»handen; diesen frembden Gast verräthet der Geruch, »welcher zwar in einigen Bädern stärcker, in andern ge»ringer, ja ehemals stärker gewesen als jetzt, besage »deren, welche vor 30 Jahren und mehr diese Bäder »besuchet, und besonders angemercket eine mehrere »Schwärtzung des Silbers, woraus, gleich als im Vorbei»gehen, zu bemercken auch unschwer zu fassen, dass »die unterirrdische Mineraladern mit der Zeit können er»schöpft werden, daher es wohl seyn kann, dass die von »50 zu 50 Jahre angesehene oder unternommene Proben »immer anderst aussehen. Man findet auch bei denen

»Quellen die natürlichen, gleich als durch eine Sublima-
»tion gesammelte Schwefelblumen.«

§. 3.

56 Jahre später untersuchte *C. F. Morell* *), Apotheker in Bern, ebenfal's das Wasser von Baden. Seine Untersuchung fällt in die Zeit, in welcher die Chemie ihre phlogistonischen Bande zu zersprengen im Begriff war. Durch die Arbeiten *Kirvan's*, *Bergmann's*, *Prystley's*, *Blak's*, *Cavendi's* u. s. w., besonders aber durch die des unsterblichen *Scheele*, war der neue Weg, den sie zu nehmen im Begriff war, vorbereitet. Ein neues Licht über die Natur der gasförmigen Körper war aufgegangen. Die Lehre der Wärme hatte durch Blaks meisterhaften Untersuchungen eine Grundlage erhalten, auf die sich alle späteren Untersuchungen stützten. Der Sauerstoff, die Kohlensäure, der Schwefelwasserstoff waren erkannt; *Kirvan* hatte seine Verwandtschaftstabellen mitgetheilt, gestützt auf genaue analytische Untersuchungen; die Lehre der Reagentien war eröffnet, und auch die quantitative Bestimmung der Gase hatte schon eine ziemlich grosse Genauigkeit erreicht. In den *Opusc. phys. et chemic. Upsal.* 1781—83. hatte *Bergmann* eine Methode für Untersuchung der Mineralwasser mitgetheilt, nach welcher noch heute ein genaues Resultat erzielt werden kann. Auch Lavoisier war bereits auf der Bühne erschienen, und hatte die grosse Revolution in der Wissenschaft begonnen, während er selbst bald nachher ein Opfer der politischen geworden.

*) Chemische Untersuchungen einiger Gesundbrunnen und Bäder der Schweiz, von C. F. Morell. Bern, bei Haller 1788. S. 213.

Morell war, wie aus seinen Werken hervorgeht, als er die Untersuchungen der Mineralquellen vornahm, mit dem Geiste der Wissenschaft vollkommen vertraut, und seine Analysen können als Muster für die damalige Zeit aufgestellt werden. *Morell* hat nur die *Verena-Quelle* analysirt, weil er sich durch *Scheuchzers* Untersuchungen für versichert hielt, dass die Quellen insgesammt gleiche Bestandtheile enthalten.

§. 4.

Die von Morell erhaltenen Resultate sind folgende:

1000 Theile Wasser hinterliessen 4,206 Theile in höherer Temperatur getrockneten und noch warm gewogenen Rückstand (Scheuchzer erhielt S. 4. 4,30 Rückstand, was sehr genau mit der Morell'schen Angabe übereinkömmt, wenn man nämlich die salzigten und irdischen Theile, welche nach dem Erhitzen zurück blieben, zusammen addirt).

Die erwähnten 4,206 Theile feste Substanzen bestanden aus:

Glaubersalz	1,420
Bittersalz	0,519
Kochsalz	0,352
Selenit	1,278
Bittererde	0,432
Kalkerde	0,119
Eisen	0,031
Verlust	0,055
	4,206

§. 5.

Die Methode, deren er sich bei seinen Untersuchungen bediente, war folgende:

a) Der Rückstand, durch Eindampfen des Wassers erhalten, wurde mit Weingeist von 38° Beck übergossen, und derselbe einige Stunden damit in Berührung gelassen. Sodann wurde der Weingeist abfiltrirt und zur Trockne abgedunstet. Die zurückgebliebenen Krystalle wurden in Wasser gelöst, durch kohlensaures Kali die Bittererde gefällt, filtrirt, das Filtrat mit Schwefelsäure behandelt, wobei Salzsäure entwickelt wurde.

b) Das vom Weingeist Ungelöste wurde mit Wasser ausgezogen; die wässrige Auflösung war neutral. Aus dem Gewichte des im Wasser Ungelösten wurde die Menge des Aufgelösten berechnet. Die neutrale Auflösung wurde mit kohlensaurem Kali gefällt. Der erhaltene Niederschlag wurde für Bittererde berechnet.

c) Der im Wasser nicht lösliche Theil wurde mit Salzsäure übergossen, die salzsaure Lösung mit Schwefelsäure gefällt, und filtrirt. Das saure Filtrat wurde mit Kali übersättigt, und der Niederschlag für Bittererde genommen.

d) Das von der Salzsäure nicht Aufgenommene wurde mit 2 Theile Kali geschmolzen. Die geschmolzene Masse wurde mit Wasser ausgelaugt, und der Rückstand, welcher sich in Essigsäure löste, als kohlensaurer Kalk berechnet.

§. 6.

Die Menge, der, im Wasser aufgelösten, Kohlensäure berechnet *Morell* auf 1000 Theile Wasser zu 0,47 Gewichtstheile. Die Bestimmung geschah durch Kochen des Wassers und Auffangen des Gases über Wasser. Ueber den Gehalt von Schwefelwasserstoff sagt *Morell*: „Leberluft ist

„zu wenig vorhanden, als dass sie sich darstellen liesse;
„das Wasser, so mit der durch den Apparat erhaltenen
„fixen Luft geschwängert war, gabe keine Anzeige flüch-
„tigen Schwefelgazes, denn Silber-Auflösung schwärzt
„sich nicht, Kalkwasser aber fiele mit nieder. Daher,
„wenn je aussenher der Quelle Schwefel gefunden wird,
„die ausserordentliche Menge Wassers wohl im Stande
„ist, nach und nach einen solchen anzusetzen. Es wird
„nämlich der schwefelleberartige Dunst, wenn er mit
„reiner Luft in Berührung kömmt, alsobald zerlegt, und
„der Schwefel, der nun aller Auflösbarkeit, aller Flüch-
„tigkeit beraubt ist, muss sich an jene Körper ansetzen, die
„ihnen am nächsten sind" *).

§. 7.

Ausser *Scheuchzer* und *Morell* hat auch *D. Bauhof*, welcher sich überhaupt durch Untersuchung vieler schweizerischer Mineralwasser viele Verdienste erworben hat, das Wasser von Baden untersucht. Die erhaltenen Resultate finden sich im helvetischen Almanach von 1816. Seine Untersuchung fällt in eine Zeit, in welcher die analytische Chemie schon einen grossen Grad von Vollkommenheit erreicht hatte. Welche Quelle *Bauhof* untersucht hat, ist nicht angegeben; mündlich aber habe ich vernommen, dass er das Wasser der *Verenaquelle* analysirt habe.

Bauhof fand in 1000 Theilen Wasser:

Schwefelsaurer Kalk . . .	1,613
Chlornatrium (Kochsalz) . .	1,291
	2,904

*) a. a. O. S. 218.

	Uebertrag:	2,904
Salzsaure Bittererde	. . .	0,361
Schwefelsaures Natron	. .	0,333
Kohlensaurer Kalk	. . .	0,250
Schwefelsaure Bittererde	.	0,215
Kohlensaure Bittererde	. .	0,076
Extraktivstoff	. . . . .	0,021
Eisenoxyd	. . . .	0,007
		4,167

Ausserdem enthalten 1000 Theile Wasser 3,33 Cubikzoll kohlensaures Gas, und eine unbestimmbare Menge Schwefelwasserstoffgas.

§. 8.

Vergeblich suchte ich nach einer genauen Beschreibung der letzten Analyse. *Bauhof* scheint nur die Resultate bekannt gemacht zu haben, was sehr zu bedauern ist. Um richtige Vergleichungen über, in verschiedenen Zeiten vorgenommene, Untersuchungen anstellen zu können, ist es unumgänglich nöthig, dass man die Methoden kennt, nach welchen sie ausgeführt wurden. Im entgegengesetzten Falle verlieren solche Vergleichungen viel von ihrem Interesse. Wenn auch gleich die *Morell*'sche Methode im Einzelnen keine genauen Resultate geben konnte, so ist der Chemiker doch sogleich im Stande, aus dem Gange der Untersuchung die Ursache aufzufinden; ja sogar mehr oder weniger ein richtiges Resultat aus demselben zu berechnen.

Bauhof hat um dieselbe Zeit auch das Wasser von Schinznach analysirt. Dasselbe enthält die gleichen Bestandtheile, welche im Badner Wasser angetroffen werden, nur in andern Verhältnissen. Die Untersuchung der

Schinznacher Quelle findet man ausführlich in den zürcherischen Neujahrsgeschenken 1815 mitgetheilt. Es lässt sich annehmen, dass *Bauhof* bei seinen fast zu gleichen Zeiten angestellten Untersuchungen denselben Weg befolgte. Die Methode, nach welcher das Schinznacher Wasser analysirt wurde, war folgende:

a) 300 Unzen Wasser wurden zur Trockne verdunstet, der Rückstand bei höherer Temperatur getrocknet und gewogen.

b) der Rückstand wurde fein gerieben und, mit Weingeist übergossen, in gelinde Wärme gestellt. Nach Verlauf von 12 Stunden wurde der Weingeist durch Filtriren vom Bodensatz getrennt, die alcoholische Lösung abgedampft, der Rückstand gewogen, und für salzsaure Bittererde berechnet.

c) Aus dem, nach der Behandlung mit Weingeist, ungelöst Gebliebenem, wurden mit destillirtem Wasser die übrigen Salze ausgezogen. Nachdem die wässrige Lösung zur Trockne verdunstet war, blieb eine salzichte Masse zurück, welche, nach abermaligem Auflösen in wenig Wasser, etwas schwefelsauren Kalk zurückliess.

d) Die in *c*) erhaltene wässrige Lösung wurde mit kohlensaurem Natron gekocht. Der erhaltene Niederschlag löste sich vollständig in Schwefelsäure, war also Bittererde.

e) Die von der Bittererde befreite Flüssigkeit wurde mit Essigsäure übersättigt, dann mit salzsaurem Baryt gefällt, wieder filtrirt, und das Filtrat mit salpetersaurem Silberoxyd präcipitirt. Durch diese Versuche

wurden die Menge der Schwefelsäure und der Salzsäure nach folgenden Proportionen berechnet:

107 Gran schwefelsaurer Baryt = 34,75 Gran Schwefelsäure.
230 „ trocknes Chlorsilber = 40,25 „ Salzsäure.

Diese Annahmen sind unrichtig, indem

107 Gran schwefels. Baryt = 36,77 Gran Schwefelsäure.
230 „ Chlorsilber = 58,34 „ Salzsäure

entsprechen (die Menge der salzsauren Salze in *Bauhofs* Analyse müssen sich daher nach den richtigen Bestimmungen um die Hälfte vermehren).

f) Die in *e*) ungelöst gebliebenen Erden wurden gewogen, dann in verdünnter Salzsäure aufgelöst, und die salzsaure Lösung vom ungelöst gebliebenen Gipse abfiltrirt. Die salzsaure Auflösung wurde mit Ammoniak gefällt, und der Niederschlag für Eisenoxyd berechnet.

g) Durch zugesetztes kohlensaures Natron wurde aus der Auflösung *f*) die noch aufgelösten, und durch Ammoniak nicht gefällten, Erden niedergeschlagen. Der Niederschlag wurde mit verdünnter Schwefelsäure übergossen. Dadurch bildete sich schwefelsaurer Kalk, aus welchem der kohlensaure Kalk berechnet wurde, und schwefelsaure Bittererde, welche zur Bestimmung der kohlensauren Bittererde diente.

h) Das von der Salzsäure nicht Gelöste verhielt sich wie schwefelsaurer Kalk. Kieselerde konnte nicht nachgewiesen werden.

Bauhof hat also fast denselben Weg eingeschlagen, wie Morell, und auch *mutatis mutandis* dieselben Irrthümer begangen. Nur das Gesammt-Resultat, d. h. die Summe der Bestandtheile konnte sich richtig herausstellen. Im Einzelnen aber waren analytische Fehler nicht zu vermeiden.

§. 9.

Neuere Untersuchungen.

Im Oktober 1835 bei trübem kaltem Wetter befand ich mich in Baden, um mehrere Untersuchungen mit dem Thermalwasser an Ort und Stelle vorzunehmen. Die Hauptversuche wurden mit der kleinen Quelle im Staadhof vorgenommen, welche sich gleich beim Eingange rechts befindet. Man hat die Gefälligkeit gehabt, diese Quelle zu öffnen. Das Wasser, welches zur Analyse angewandt wurde, habe ich in gläsernen Flaschen mit eingeriebenen Stöpseln versehen, unmittelbar aus der Quelle geschöpft.

Das Wasser ist klar und farblos; bei Witterungsänderungen soll das Wasser trübe werden, was man besonders im Verenabade (welches einige Stunden vor eintretendem Regen milchblau werden soll), deutlich bemerke *). Gleiche Veränderungen will man auch bei andern heissen Quellen beobachtet haben. Jedoch möchte eine optische Täuschung dieser Annahme zu Grunde liegen. Hat die Luft, wie es kurz vor dem Regen gewöhnlich der Fall ist, ihr Maximum von Feuchtigkeit, so wird die Verdunstung des Wassers dadurch verhindert; es entsteht eine viel grössere Menge von Wasserdunst unmittelbar über dem Wasserspiegel.

Der Geschmack des Wassers ist eigenthümlich salzig, und wird gewöhnlich mit dem einer gesalzenen Hühnersuppe verglichen. Das Wasser selbst ist geruchlos, und der Geruch von Schwefelwasserstoff, welcher in der Nähe der Quelle beobachtet wird, rührt von dem entweichenden Gase her.

---

*) Rüsch. Balneographie. II. 43.

Lässt man das Wasser an der Luft verdunsten, so erscheint nach einiger Zeit auf der Oberfläche des Wassers eine weisse Haut, welche gewöhnlich für Schwefel gehalten wird. Dieser Absatz löst sich vollständig in verdünnter Salzsäure, und ist vollkommen frei von Schwefel.

In verschlossenen Gefässen aufbewahrt erleidet es keine Veränderung; während anderthalb Jahren konnte ich nicht den geringsten Niederschlag beobachten. Ebenso wurde beim Oeffnen der Flaschen kein Geruch nach Schwefelwasserstoff beobachtet.

Ich habe das spezifische Gewicht des Wassers von verschiedenen Quellen bestimmt, und dasselbe zu 1,0042 bis zu 1,0045 gefunden bei + 10° C.

Das Wasser wurde zu allen Untersuchungen in einer, von Collardeau graduirten, Flasche gemessen, welche 1 Liter oder 1004 Gramm Thermalwasser bei + 10° C. fasste. Sämmtliche Messungen beziehen sich auf die bemerkte Temperatur.

§. 10.

Bestimmung der im Wasser vorkommenden festen Theile.

1 Liter Wasser wurde in einer tarirten Platinschaale zur Trockne auf dem Wasserbade abgedampft. Der trockne Rückstand wurde einige Tage unter einer Glocke über Schwefelsäure stehen gelassen, und dann gewogen. Das Gewicht der trocknen Masse betrug 4,501 Gramm. Nach schwachem Glühen blieben 4,190 Gramm. Der Verlust, den die Masse beim Erhitzen erlitten, rührt von Krystallwasser her, welches die verschiedenen Salze bei der Temperatur des Wasserbades und unter der Glocke noch zurückhielten.

Vergleichen wir hiermit die Resultate *Scheuchzer's*, *Morell's* und *Bauhof's* von der Verenaquelle, welche, wie sich später ergeben wird, in ihren Bestandtheils-Verhältnissen von der Staadhofquelle nicht abweicht, so bieten diese, zu vier verschiedenen Malen in einem Zeitraume von 107 Jahren angestellten Untersuchungen, sehr viel Interesse dar; denn sie beweisen bis zur Evidenz, dass in dieser langen Zeit weder eine Vermehrung, noch eine Verminderung der Bestandtheile Statt gefunden.

Nach *Scheuchzer*	enthalten	1000	Theile	Wasser	4,30	Theile
» *Morell*	»	1000	»	»	4,20	»
» *Bauhof*	»	1000	»	»	4,16	»
» meinen Versuchen		1000	»	»	4,17	»

feste Bestandtheile.

§. 11.

a) 1 Liter Wasser wurde mit Salpetersäure angesäuert, und mit salpetersaurem Baryt die Schwefelsäure gefällt. Der Niederschlag getrocknet und geglüht wog 3,790 Gramm.

b) Die vom schwefelsauren Baryt abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit salpetersaurem Silberoxyd präcipitirt. Das erhaltene Chlorsilber geschmolzen wog 4,601 Gramm.

c) 1 Liter Wasser wurde mit Salzsäure angesäuert, dann mit Ammoniak gesättigt und mit kleesaurem Ammoniak der Kalk niedergeschlagen. Der gefällte kleesaure Kalk gab nach dem Glühen 1,375 Gramm kohlensauren Kalk.

d) Das vom kleesauren Kalk abfiltrirte Wasser wurde mit kohlensaurem Natron gekocht. Die erhaltene kohlensaure Bittererde gab nach dem Glühen 0,160 Gramm Bittererde.

3,790	Gr. schwefels. Baryt	=	1,300	Gr.	Schwefelsäure.
4,600	» Chlorsilber	=	1,132	»	Chlor.
1,375	» kohlensaurer Kalk	=	0,774	»	Kalk.
0,160	» Bittererde	=	0,160	»	Bittererde.

§. 12.

a) 1 Liter Wasser wurde nicht ganz zur Trockniss abgedampft. Die eingedampfte Masse wurde sehr lange mit wässrigem Weingeist ausgelaugt. Die alcoholische Lösung wurde abgedampft und der Rückstand von Neuem mit wässrigem Weingeist behandelt. Die Auflösung erfolgte vollständig. Der Weingeist wurde wieder verdunstet, und der Rückstand im Wasser gelöst.

b) Die wässrige Lösung *a*) wurde mit Salmiak vermischt, und mit kleesaurem Ammoniak gefällt. Der erhaltene kleesaure Kalk lieferte 0,009 Gramm kohlensauren Kalk.

c) Die vom kleesauren Kalke abfiltrirte Flüssigkeit wurde zur Trockne abgedampft, und in einer Platinschaale so lange erhitzt, bis sich kein Salmiak mehr verflüchtigte, und zuletzt noch mit etwas Schwefelsäure geglüht. Die geglühte Masse wurde im Wasser gelöst und mit essigsaurem Baryt gefällt. Die vom schwefelsauren Baryt getrennte Lösung wurde zur Trockne abgedampft, und der trockne Rückstand geglüht.

d) Die geglühte Masse *c)* wurde mit Wasser ausgelaugt und die erhaltene Lösung mit Salzsäure gesättigt. Die salzsaure Auflösung abgedampft hinterliess 1,798 Gramm geglühten Rückstand. Dieser wurde in wässrigem

Weingeist gelöst und mit Chlorplatinnatriumlösung vermischt, und das Ganze zur Trockne gebracht. Die trockne Masse wurde mit Weingeist von 60 % ausgelaugt. Es blieben 0,300 Gramm Chlorplatinkalium ungelöst.

e) Der in d) ungelöst gebliebene Theil wurde mit verdünnter Schwefelsäure übergossen. Die erhaltene Auflösung von schwefelsaurer Bittererde wurde abgedampft und so lange geglüht, bis sich keine schwefelsauren Dämpfe mehr zeigten. Es blieben 0,093 Gramm schwefelsaure Bittererde.

0,009 Gr. kohlensaurer Kalk	=	0,0094 Gr.	Chlorcalcium
0,305 „ Chlorplatinkalium	=	0,093 „	Chlorkalium.
1,798 — 0,093	=	1,705 „	Chlornatrium.
0,093 Gr. schwefels. Bittererde	=	0,074 „	Chlormagnium.

§. 13.

a) 1 Liter Wasser wurde zur Trockne verdunstet. Der trockne Rückstand wurde mit Wasser übergossen, das Gelöste durch Filtriren vom Ungelösten getrennt, und der Rückstand auf dem Filter einige Mal mit wenig Wasser ausgewaschen.

b) Die wässerige Lösung wurde mit kleesaurem Ammoniak gefällt. Der erhaltene kleesaure Kalk gab nach dem Glühen 0,200 Gramm kohlensauren Kalk. Aus §. 12. ergiebt sich, dass 0,009 Gramm kohlensaurer Kalk als Chlorcalcium berechnet werden müssen. Es bleiben also noch 0,191 Gramm kohlensaurer Kalk, welcher als schwefelsaurer Kalk in der Auflösung vorhanden war.

c) Die vom kleesauren Kalk abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Salpetersäure angesäuert, und mit salpetersaurem Silberoxyd präcipitirt. Es wurden 4,620 Gramm Chlorsilber erhalten. Diess stimmt mit §. 11. b. sehr genau überein.

d) Aus der, vom Chlorsilber getrennten, Lösung *c*) wurde durch Salzsäure das im Ueberschuss zugefügte Silber gefällt, und mit Chlorbaryumlösung die Schwefelsäure niedergeschlagen. Der erhaltene schwefelsaure Baryt wog nach dem Glühen 1,704 Gramm. Nun entsprechen:

0,191 Gr. kohlens. Kalk = 0,243 Gr. schwefels. Kalk.
0,243 „ schwefels. Kalk = 0,414 „ schwefels. Baryt.

Es bleiben daher 1,704 — 0,414 = 1,290 Gramm schwefelsaurer Baryt.

e) Aus der vom schwefelsauren Baryt abfiltrirten Flüssigkeit wurde durch Schwefelsäure der im Ueberschuss zugefügte Baryt gefällt und filtrirt. Das Filtrat wurde zur Trockne eingedampft. Der trockne Rückstand wurde in Wasser gelöst, die Lösung mit essigsaurem Baryt gefällt, filtrirt, das Filtrat abgedampft, und der Rückstand geglüht. Die geglühte Masse wurde mit Wasser ausgelaugt, und der unlösliche Theil mit verdünnter Schwefelsäure übergossen. Die schwefelsaure Auflösung abgedampft hinterliess 0,413 Gramm schwefelsaure Bittererde. Aus §. 12. e. folgt, dass 0,093 Gramm schwefelsaure Bittererde als Chlormagnium zu berechnen sind.

0,413 — 0,093 = 0,320 schwefels. Bittererde.
0,413 Gr. schwefels. Bittererde = 0,810 Gr. schwefels. Baryt.

Es bleiben daher noch:

$$1{,}290 - 0{,}810 = 0{,}480 \text{ schwefels. Baryt.}$$

0,480 Gr. schwefels. Baryt = 0,300 Gr. schwefels. Natron.

f) Der im Wasser unlösliche Theil *a)* wurde mit Salzsäure angefeuchtet, und nach einiger Zeit mit verdünntem Weingeist ausgewaschen. Die weingeistige, unter Aufbrausen erfolgte, saure Lösung wurde so lange erwärmt, bis aller Weingeist verflüchtigt war, dann mit Ammoniak gesättigt, und mit kleesaurem Ammoniak der Kalk gefällt. Der kleesaure Kalk lieferte 0,344 Gramm kohlensauren Kalk.

g) Aus der vom Kalk abfiltrirten Flüssigkeit *f*) wurde durch phosphorsaures Natron die Bittererde als phosphorsaure Bittererde-Ammoniak niedergeschlagen, und aus dem geglühten Niederschlag die Menge der reinen Bitterde zu 0,020 Gramm berechnet.

§. 14.

a) Das in §. 13. f. durch Behandlung mit Salzsäure und Weingeist ungelöst Gebliebene betrug 1,188 Gramm. Dieser Rückstand wurde mit seinem 4fachen Gewichte chemisch reinem kohlensauren Natron innig vermischt und in einem Platintiegel ½ Stunde lang geschmolzen. Die geschmolzene Masse wurde mit Salzsäure sorgfältig ausgekocht. Die wässrige Lösung wurde mit Salzsäure gesättigt und zu Trockne abgedampft. Der trockne Rückstand hinterliess bei abermaliger Lösung in Wasser 0,62 Gramm Kieselerde.

b) Die von der Kieselerde abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Chlorcalciumlösung und Weingeist vermischt. Der erhaltene schwefelsaure Kalk wog 1,185 Gramm.

c) Der in Wasser unlösliche Theil *a*) löste sich vollständig in verdünnter Salzsäure.

§. 15.

Vergleichung der gefundenen Resultate.

Die in §. 12. a. gefundene Menge Schwefelsäure betrug auf 1 Liter Wasser . . . . 1,300 Gr.

In den einzelnen Untersuchungen wurde erhalten:

§. 13. d. 1,704 Gr. schwefels. Baryt = 0,595

§. 14. b. 1,185 » schwefels. Kalk = 0,693

1,288 »

Schwefelsäure.

Die in §. 11. b. gefundene Menge Chlor betrug auf 1 Liter Wasser . . . . 1,132 »

Die §. 13. c. gefundene Menge betrug . . . 1,137 »

In den einzelnen Untersuchungen wurde erhalten:

§. 12. e. 0,0094 Gr. Chlorcalcium = 0,0059

» » 0,093 » Chlorkalium = 0,0441

» » 0,074 » Chlormagnium = 0,0535

» » 1,705 » Chlornatrium = 1,0220

1,125 »

Chlor.

Die §. 11. c. gefundene Menge Kalk betrug 0,774 »

Aus den einzelnen Untersuchungen hat sich ergeben:

§. 13. b. 0,200 Gr. kohlens. Kalk = 0,112

» f. 0,344 » » » = 0,193

§. 14. b. 1,185 » schwefels. Kalk = 0,492

0,797 »

Kalk.

Die in §. 11. d. gefundene Menge Bittererde betrug 0,160 Gr.
In den einzelnen Untersuchungen wurden erhalten:

§. 12. e. 0,320 Gr. schwefels. Bittererde	= 0,108		
§. 12. e. 0,074 » Chlormagnium	= 0,033		
§. 13. g. 0,020 » Bittererde	= 0,020		
		0,161	»

Bittererde.

§. 16.

1004 Gr. = 1 Liter Wasser enthalten demnach:

§. 13. d. §. 14. b.	Schwefelsauren Kalk . .	1,428	Gr.
§. 13. e.	Schwefelsaures Natron .	0,300	»
§. 13. e.	Schwefelsaure Bittererde	0,320	»
§. 12. c.	Chlornatrium	1,705	»
§. 12. d. e.	Chlorkalium	0,093	»
§. 12. b.	Chlorcalcium	0,094	»
§. 12. e.	Chlormagnium	0,074	»
§. 13. f.	Kohlensauren Kalk . .	0,344	»
§. 13. g.	Bittererde	0,020	»
§. 14. b.	Kieselerde	0,010	»
		2,388	Gr.

§. 17.

Untersuchungen auf Fluor, Phosphorsäure und Strontian.

Leicht überzeugt man sich, dass das Mineralwasser von Baden, ausser den in §. 16. genannten Substanzen, noch andere, namentlich Fluorcalcium und Strontian, aber nur in geringer Menge enthält. Dampft man das Wasser zur Trockne ein, und übergiesst man den trocknen Rückstand in einem Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure, so entwickelt sich (neben salzsauren Dämpfen) Flussspathsäure. Man erkennt die letztere Säure an der Aetzung, welche eine mit Wachs überzogene und an einigen Stellen wieder vom Wachs befreite Glasplatte erleidet, wenn sie auf den

Platintiegel gelegt wird. Von der Anwesenheit des Strontians überzeugt man sich, wenn man den Kalk, welcher im Wasser enthalten ist, mit kleesaurem Ammoniak fällt, den erhaltenen kleesauren Kalk durch Glühen in kohlensauren umwandelt, den letztern in Salpetersäure löst, und die salpetersaure Auflösung zur Trockne abdampft. Beim Auflösen des trocknen Rückstandes in absoluten Weingeist bleibt salpetersaurer Strontian zurück.

§. 18.

Wird das Wasser in den Badbehältern zum Abkühlen stehen gelassen, so bildet sich nach mehreren Stunden auf der Oberfläche eine weisse Kruste. Will man annehmen, dass der schwefelsaure Kalk als solcher im Wasser vorhanden sei, und wird die Löslichkeit desselben zu $\frac{1}{400}$ angenommen, so ergiebt sich aus der Analyse, dass das Wasser mit Gips nicht gesättigt ist, und noch eine bedeutende Verdunstung eintreten kann, ehe sich Gips abscheiden wird. Die Verdunstung kann noch um so grösser sein, weil bekanntlich die Löslichkeit des Gipses durch andere Salze wie Chlornatrium vergrössert wird. Die Verdunstung des Badwassers in den Badbehältern kann aber nicht als bedeutend angenommen werden, weil die in denselben eingeschlossene Luft sich immer auf dem Maximum der Feuchtigkeit befindet. Ich habe Badwasser aus dem Staadhof, welches bereits 12 Stunden in den Behältern gestanden, und auf welchem sich die weisse Kruste in reichlicher Menge gebildet hatte, auf den Gehalt von Schwefelsäure und Chlor untersucht, und folgende Resultate erhalten:

1 Liter Wasser gab 3,840 Gr. schwefelsauren Baryt,
1 » » » 4,660 » Chlorsilber,

also Quantitäten, welche sich von denen, welche aus frischem und nicht offen gestandenem Wasser erhalten wurden, kaum unterscheiden.

§. 19.

Es war daher vorauszusehen, dass diese Kruste nur durch die Bestandtheile, welche im Wasser durch Vermittlung der freien Kohlensäure aufgelöst erhalten werden, unter Verflüchtigung der letztern sich bilden kann. Die Richtigkeit dieser Ansicht wird durch den Versuch bestätigt. Dieser weisse Absatz löst sich vollständig unter Aufbrausen in verdünnter Salzsäure. In der sauren Lösung bringt Chlorbaryum kaum einen Niederschlag hervor. Dieser Absatz eignet sich daher vortrefflich zur Auffindung des Fluorcalciums, welches nach *Berzelius* Untersuchungen *) in Kohlensäure haltigem Wasser löslich ist, so wie des Strontians. Es versteht sich nämlich von selbst, dass genannte Körper, wenn sie in der Kohlensäure gelöst sind, sich in dem Absatz vorfinden müssen. Ist der Strontian als schwefelsaure Verbindung zugegen, so wird diese beim Auflösen in Säuren zurückbleiben. Ferner wird eine genaue Bestimmung des Verhältnisses zwischen Fluorcalcium und Strontian zum kohlensauren Kalk dazu dienen können, um die Quantitäten erst genannter Körper im Wasser selbst angeben zu können.

§. 20.

Der Absatz, welcher zur Untersuchung angewandt, wurde einige Mal mit destillirtem Wasser abgewaschen, um ihn von anhängenden Salzen zu befreien, und dann gelinde geglüht.

---

*) Gilberts Annalen LXXIV. 156.

a) 2,980 Gramm wurden in verdünnter Salzsäure gelöst. Die Auflösung erfolgte vollständig. Die salzsaure Lösung wurde mit Chlorbaryum gefällt, und 0,120 Gramm schwefelsaurer Baryt erhalten.

b) Aus der vom schwefelsauren Baryt getrennten Flüssigkeit wurde nach vorhergegangener Sättigung mit Ammoniak durch kleesaures Ammoniak der Kalk gefällt. Der erhaltene kleesaure Kalk lieferte 2,936 Gramm kohlensauren Kalk.

c) In der vom kleesauren Kalk abfiltrirten Flüssigkeit wurde durch phosphorsaures Natron ein so unbedeutender Niederschlag erhalten, dass die in demselben vorkommende Bittererde nicht zu 0,002 Gramm in Anschlag gebracht werden kann.

Nun sind 0,120 Gramm schwefelsaurer Baryt = 0,070 Gramm schwefels. Kalk.

Folglich enthalten 2,980 Gramm Absatz;

Schwefelsauren Kalk . . .	0,070
Kohlensauren Kalk . . .	2,935
	3,006

§. 21.

a) 50 Gramm Absatz wurden in verdünnter Salzsäure in einer Platinschaale gelöst, welche mit einer Glasplatte leicht bedeckt war, und die Auflösung 24 Stunden zur Entfernung der Kohlensäure an einem mässig warmen Orte stehen gelassen. Wurde die Glasplatte nach einiger Zeit hinweggenommen, so erschienen weisse Dämpfe, die Flussspathsäure enthielten; denn nach 24 Stunden war die Platte schwach geätzt.

b) Die von der Kohlensäure vollständig befreite salzsaure Lösung wurde in einer Flasche mit Ammoniak ver-

mischt, und die Flasche mit einem Korke fest verschlossen. Nach mehrern Stunden schieden sich kaum gelblich weisse Flocken ab, welche getrocknet 0,421 Gramm wogen.

c) Der in *b)* erhaltene Niederschlag wurde in einem Platintiegel mit Schwefelsäure übergossen. Nach einiger Zeit entwickelte sich flussspathsaures Gas, welches an einem befeuchteten Platinblech keine Kieselerde absetzte, dagegen Glas tief äzte. Nach beendigter Entwicklung des Gases wurde der Rückstand im Platintiegel mit so viel Wasser übergossen, dass der Gips vollständig aufgelöst wurde. Die saure Lösung wurde mit Ammoniak übersättigt, und in einer verschlossenen Flasche längere Zeit stehen gelassen. Es setzten sich einige weisse Flocken ab, welche auf einem Filter gesammelt 0,125 Gramm wogen. Sie wurden in Kali gelöst, und die alkalische Lösung mit Kieselfeuchtigkeit vermischt, und darauf bis zum Sieden erhitzt. In der abfiltrirten Flüssigkeit konnte nach vorhergegangener Sättigung mit Salzsäure, Abdampfung zur Trockne, und Wiederauflösen der trocknen Masse in Wasser, sehr bestimmt Phosphorsäure nachgewiesen werden. Die erhaltenen 0,125 Gramm waren daher phosphorsaure Thonerde.

d) Die von der phosphorsauren Thonerde abfiltrirte Flüssigkeit *c)* wurde mit kleesaurem Ammoniak gefällt. Der erhaltene kleesaure Kalk geglüht lieferte 0,382 Gramm kohlensauren Kalk, welche 0,300 Gramm Fluorcalcium entsprechen. Eisenoxyd und Manganoxyd konnten nicht nachgewiesen werden.

e) Die 50 Gramm Absatz, welche zur Analyse angewandt wurden, waren bloss stark getrocknet, aber nicht geglüht. 2,00 Gramm verloren beim Glühen 0,045 Gramm Wasser. Diess beträgt auf 50 Gramm 0,225 Gramm. Es bleiben demnach 49,775 Gr. wasserfreier Absatz.

Werden nun die in §. 20. erhaltenen Resultate berücksichtigt, so enthalten 50 Gramm Absatz:

Schwefelsauren Kalk . .	1,170
Kohlensauren Kalk . . .	48,180
Fluorcalcium	0,300
Phosphorsaure Thonerde	0,125
Wasser	0,225
	50,000

§. 22.

Die Flüssigkeit, aus welcher (§. 21. b.) durch Ammoniak das Fluorcalcium und die phosphorsaure Thonerde gefällt waren, wurde mit kleesaurem Ammoniak niedergeschlagen; der erhaltene Niederschlag wurde geglüht, und das zurück gebliebene kohlensaure Salz in Salpetersäure gelöst. Die salpetersaure Lösung wurde zur Trockne abgedampft, und der *ganz trockne* Rückstand in einer Flasche mit absolutem Weingeist übergossen, und die Flasche fest verkorkt. Das vom Weingeist Ungelöste wurde bei abgehaltener Luft auf einem Filter gesammelt, einige Mal mit absolutem Weingeist ausgewaschen, dann in Wasser gelöst und mit kleesaurem Ammoniak gefällt. Der Niederschlag wog nach dem Glühen 0,096 Gramm; diese bestanden aus kohlensaurem Strontian. Er wurde in Salzsäure gelöst. Die Lösung abgedampft hinterliess eine strahlig krystallisirte Masse, welche an der Luft zerfloss; die wässrige Lösung trübte Gipswasser. Das Salz

ertheilte der Weingeistflamme eine sehr schöne rothe Farbe.

§. 23.

In §. 21. wurden aus 50 Gramm Absatz 48,180 Gramm kohlensaurer Kalk erhalten. Werden hiervon die in §. 22. erhaltenen 0,096 Gramm kohlensaurer Strontian abgezogen, so bleiben noch 48,084 Gramm kohlensaurer Kalk. Nach §.16. enthalten 1004 Gramm Wasser 0,344 kohlensauren Kalk.

Nun verhält sich:

48,180 : 0,096 = 0,344 : 0,00066.

Die erhaltene Menge von 48,085 entspricht nach dieser Annahme 142272 Gramm Wasser, denn:

0,344 : 1004 = 48,180 : 142272.

§. 24.

Werden nun sämmtliche Resultate zusammengestellt, so enthalten 1004 Theile Wasser bei 10° C. Temp.

		1000 Theile.
Schwefelsauren Kalk . . .	1,42800	1,41418
Schwefelsaures Natron . .	0,30000	0,29800
Schwefelsaure Bittererde . .	0,32000	0,31800
Chlornatrium (Kochsalz) . .	1,70500	1,69820
Chlorkalium	0,09300	0,09262
Chlorcalcium	0,09400	0,09362
Chlormagnium	0,07400	0,07375
Kohlensauren Kalk	0,34400	0,33854
Bittererde	0,02000	0,01992
Fluorcalcium	0,00219	0,00209
Kohlensauren Strontian . .	0,00066	0,00066
Phosphorsaure Thonerde . .	0,00087	0,00086
Kieselerde	0,00100	0,00096
	4,36052	4,29241

Zu diesen Bestandtheilen kommt nun noch, wie sich aus Folgendem ergeben wird, etwas Ammoniak, Lithon, und organische Materie.

§. 25.

Untersuchung auf Lithon, Brom und Jod.

Zur Untersuchung des Wassers auf Lithon, Brom und Jod hatte Herr Dr. *Münnich* in Baden die Gefälligkeit, eine grosse Quantität Wasser abzudampfen und mir den Rückstand zu übersenden. Herr Dr. *Münnich* war nicht mit den erforderlichen Instrumenten versehen, die zu einer genauen Messung des Wassers nöthig sind. Es hätte sich nun wohl dieselbe durch Bestimmung irgend eines Bestandtheils ermitteln lassen. Ich hielt aber eine solche für unnöthig, weil ich aus frühern Untersuchungen wusste, dass die genannten Substanzen entweder gar nicht, oder doch nur in sehr unbedeutender Menge vorkommen können; daher eine quantitative Bestimmung derselben nicht allein als zwecklos, ja sogar in den Augen der Sachverständigen als grosse Charlatanerie erscheinen müsste. Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht unbemerkt lassen, dass die vielen Dezimalstellen, welche in §. 24. aufgeführt sind, nicht den analytischen Untersuchungen entsprechen, und ganz allein nur aus dem Grunde so weit angegeben wurden, um die kleinen Quantitäten Strontian, Fluorcalcium und phosphorsaure Thonerde in Rechnung bringen zu können.

§. 26.

a) Der von Herrn Dr. *Münnich* erhaltene Rückstand wog nach vollständigem Austrocknen beinahe 6 Unzen. Derselbe wurde mit concentrirter Salzsäure schwach

angefeuchtet und nach einer halben Stunde mit reinem Wasser ausgelaugt. Die erhaltene Salzlauge wurde mit Chlorbaryum gefällt, der schwefelsaure Baryt abfiltrirt, und auf diese Weise das Gelöste in Chlormetalle verwandelt.

b) Die Auflösung von *a)* wurde in einer Porcellanschaale zum Kochen erhitzt, und kochend mit kohlensaurem Natron gefällt, und die gefällten kohlensauren Erden (Baryt, Kalk und Bittererde) durch ein Filtrum von den noch aufgelösten Stoffen getrennt.

c) Das Filtrat von *b)* wurde mit reiner Phosphorsäure vermischt, und dann zur Trockniss eingedampft. Die trockne Masse wurde mit Wasser übergossen; die Auflösung erfolgte, bis auf eine kleine Menge phosphorsaures Natron-Lithon, vollständig. Das Lithon-Doppelsalz schmolz von dem Löthrohr zu einer klaren Kugel, welche im Augenblick des Erstarrens weiss und undurchsichtig wurde, wodurch es sich sowohl von phosphorsaurem Kalk, als auch von einem ähnlichen Salze, welches Bittererde bilden kann, unterscheidet.

§. 27.

a) Die vom Lithon getrennte Flüssigkeit wurde zur Auffindung des Broms und Jods benutzt. Sie wurde mit Salzsäure gesättigt. Aus der salzsauren Lösung wurde durch Abdampfen der grösste Theil des Kochsalzes heraus krystallisirt.

b) Die von dem Kochsalze getrennte Mutterlauge *a)* wurde in zwei Theile getheilt. Der eine Theil wurde mit etwas gekochter Stärke vermischt, und hierauf

sehr verdünnte Chlorlösung tropfenweise hinzugefügt. *Verdünnte* Chlorlösung vorsichtig zu einer Flüssigkeit gesetzt, in welcher Spuren von Jod entdeckt werden sollen, ziehe ich als Reagens jedem andern vor. Enthält das Wasser zugleich eine Brom-Verbindung aufgelöst, so zeigt sich bei Hinzufügung von Chlorwasser anfangs eine gelbliche Färbung. Fährt man aber mit dem Hinzutropfen des Chlorwassers fort, so verliert sich die Bromreaction immer mehr und mehr, verschwindet zuletzt gänzlich, und ein Tropfen Chlorlösung ist dann hinreichend, sogleich die Jodreaction hervorzurufen. Ich habe aber weder deutliche Anzeigen von dem einen noch von dem andern Körper wahrgenommen.

c) Der zweite Theil der Mutterlauge *b)* wurde, um die kleine Menge Brom oder Jod, welche allenfalls vorhanden sein konnte, mehr zu concentriren, mit einer kleinen Menge fein zerriebenen Braunstein und etwas Salzsäure vermischt. Der Apparat, in welchem die Mischung vorgenommen, war so eingerichtet, dass, ohne ihn zu öffnen, die Salzsäure nachgegossen werden konnte. Zugleich war er mit einer Gasentwicklungsröhre in Verbindung, welche in eine Auflösung von reinem Kali mündete. Die Mischung wurde gelinde erwärmt und nachdem sich etwas Chlor entwickelt hatte, die alkalische Lauge entfernt. (Bekanntlich scheidet sich Brom und Jod, wenn ihre Verbindungen in Wasser gelöst sind, augenblicklich aus, und entweichen als Bromjod, wenn in solchen Auflösungen Chlor entwickelt wird, und Chlor wird erst frei nach vollständiger Austreibung des Broms und Jods; daher auch, beiläufig gesagt, fast alles im

Handel vorkommende Brom jodhaltig ist). Die alkalische Flüssigkeit wurde in einer Silberschaale eingetrocknet, und der Rückstand stark geglüht. Die geglühte Masse wurde in Wasser gelöst, mit Essigsäure gesättigt, und nach der in *b*) angegebenen Methode auf Brom und Jod geprüft. Das Resultat war wie im vorigen Versuche *b*).

Bauhof will in Verbindung mit *Opitz* beide Körper nachgewiesen haben. *) *Rüsch* sagt: **) »Das merkwür-»digste Ergebniss der wiederholten Versuche *Bauhof's* mit »den Quellen zu Baden, war die Auffindung von Brom »und Jod, deren Dasein er in der Gestalt brom- und jod-»wasserstoffsaurer Salze genügend nachzuweisen im Falle »ist. Das Brom entdeckte er zufällig, als er einige Loth »salzigen Rückstandes auf Jod untersuchen wollte. Vom »letztern konnte er jedoch zuerst keine Spur bemerken; »als er aber seine Versuche auf mehrere Pfund Salz, die »durch Abdampfung einiger Saum Wasser gewonnen waren, »wiederholte, entdeckte er durch Amylum auch unver-»kennbare Anzeigen von Jod.«

§. 28.

Die Mineralwasser-Analysen, welche in den letzten 10—12 Jahren angestellt wurden, haben grösstentheils Brom und Jod in dem untersuchten Wasser nachgewiesen, und es kann auch nicht geläugnet werden, dass das Vorkommen dieser Körper gar nicht zu den Seltenheiten gehört. Es gereicht einer Mineralquelle zu ganz besonderer Ehre, wenn der Analytiker im Stande ist, Brom oder Jod in derselben nach-

*) Kastners Archiv. XX. 332.
**) Rüsch Balneographie der Schweiz. III. 77.

zuweisen. Badärzte, wie Badinhaber unterlassen natürlich nicht, eine so wichtige Entdeckung gehörigermaassen auszuposaunen, was ihnen auch kein Mensch verdenken kann. Es ist aber gewiss anzunehmen, dass das Auge des Untersuchers, von dem Eifer diese Substanzen aufzufinden, geblendet, oft Brom und Jod gesehen hat, wo in der That von denselben nichts zu sehen war.

Ich bin weit entfernt behaupten zu wollen, dass das Gesagte auch bei dem Badener Thermalwasser seine Anwendung finde, dass *Bauhof* nicht wirklich Brom und Jod nachgewiesen habe. Wie schon bemerkt, ist das Vorkommen dieser Körper nicht selten; sie begleiten gewöhnlich in der Natur das Kochsalz, so dass in Quellen, in welchen letzteres gefunden wird, erstere mit Recht vermuthet werden können. Eines der reichsten Jod- und besonders Brom-haltigen Wasser, ist das Mineralwasser zu Kreuznach in Rheinpreussen. Nach meinen vor mehrern Jahren mit der grössten Sorgfalt unternommenen, aber noch nicht publicirten Untersuchungen, kommen im Mineralwasser zu Kreuznach auf 9,3 Kochsalz 0,036 Brommagnium und 0,004 Jodmagnium. Nimmt man ein gleiches Verhältniss im Wasser zu Baden an, so kommen ungefähr auf 6000 Theile Wasser 0,036 Theile Brommagnium und 0,004 Theile Jodmagnium. Also auf 200000 Theile 1,2 Brommagnium und 0,1 Jodmagnium. Quantitäten, die gewiss nicht zu niedrig gestellt sind; ja in vielen Quellen möchte nicht $1/3$ so viel enthalten sein. Wer es also über sich gewinnen kann, 6800 Schoppen oder circa 20 rheinische Ohm Wasser zu trinken, der wird zugleich auch 1 Loth Brommagnium in den Magen bekommen. Es ergiebt sich aus dieser Berechnung, wie lächerlich es ist, in solchen Fällen

grosses Gewicht in medizinischer Hinsicht auf das Vorkommen von Brom zu legen. Dass sich durch Eindampfen von mehreren Saum Wasser, wie *Bauhof* gethan hat, auch im Badener Wasser Brom nachweisen lässt, davon bin ich vollkommen überzeugt. *)

*) Es ist unbegreiflich, mit welchem Leichtsinne oft bei der quantitativen Bestimmung des Broms verfahren wird. Jeder, der sich bemüht hat, dieselbe gewissenhaft vorzunehmen in Flüssigkeiten, welche viel Chlor enthalten, wird mir beistimmen, wenn ich behaupte, dass die quantitative Bestimmung des Broms eine der schwierigsten ist, welche die analytische Chemie kennt. Es ist Pflicht, die Aerzte auf den unverzeihlichen Unfug, und, wenn auch nicht absichtlichen, Betrug aufmerksam zu machen, welcher mit einem so wichtigen Heilmittel getrieben wird, und die Herausgeber von chemischen Journalen sollten bei Mineralwasser-Analysen, welche Brombestimmungen enthalten, doch nicht geradezu Alles aufnehmen, was Ihnen übergeben wird.

Zur Bestätigung des Gesagten diene die Analyse der Dürrenberger Soole von H. Scharf, welche im 10. Band des Journal's für praktische Chemie S. 1. u. ff. herausgegeben von Erdmann, mitgetheilt ist. Nach Scharf enthält diese Soole auf 39,8 Chlor 9,6 Brom, also beinahe ¼ so viel Brom als Chlor; eine Quantität, welche die bis jetzt bekannten reichsten bromhaltigen Quellen einige tausend Mal übersteigt. Aber wie geschah die Bestimmung? Das Salzwasser wurde abgedampft, und die zurückgebliebene Salzmasse mit einem gleichen Gewichte Braunstein und mit Schwefelsäure im Ueberschuss vermischt. Bei Einwirkung der Säure entstand augenblicklich eine Entbindung von Chlor- und Bromdämpfen; diese wurden in kaltem Wasser aufgefangen. So wie die erste Einwirkung der Schwefelsäure vorüber war, wurde die Retorte erhitzt, und zwar so lange, bis

Die Mineralquellen zu Kreuznach verdanken ihren grossen Ruf der Mutterlauge, in welcher das Brom nach meinen Versuchen um das *Anderthalb Millionfache* concentrirter vorkommt, als in der Quelle, dieser Mutterlauge aus welcher das Brom Centnerweis geschieden werden kann, und welche sich nach Belieben dem Mineralwasser zusetzen lässt. Dass bei einer solchen Anwendung die Wirksamkeit des Broms und Jods vor aller Dingen in Betracht kommt, versteht sich von selbst.

Das Badener Thermalwasser ist und will kein Soolbad sein, und ein Bischen Brom oder Jod wird seinem Rufe weder schaden noch nützen.

---

durchaus keine Spur von Chlor- und Bromdämpfen mehr zu entdecken war. Das Wasser in der Vorlage war stark gelb gefärbt. (Es war nämlich ein starkes Chlorwasser, Löwig.) Es wurde mit überschüssigem Aether geschüttelt, welcher dunkelgelb gefärbt wurde. Diese Aetherlösung wurde mit Kali geschüttelt farblos; die alkalische Lösung wurde abgedampft und geglüht. Die geglühte Masse wurde in Wasser gelöst, mit Essigsäure gesättigt, und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt. Der erhaltene Niederschlag war nach Scharf — Bromsilber!. Schüttle doch Herr Scharf Chlorwasser mit Aether, er wird eine gelb gefärbte ätherische Lösung erhalten. Diese gelbe Lösung wird durch Kali entfärbt werden. Die alkalische Lösung wird mit salpetersaurem Silberoxyd einen reichlichen Niederschlag geben. Dieser Niederschlag ist aber Chlorsilber. Die grosse gefundene Menge von Brom reducirt sich wahrscheinlich auf 0. Werden aber Aerzte durch solche Bestimmungen nicht offenbar getäuscht? Es wäre zu wünschen, dass der geschätzte Herausgeber genannten Journals den Irrthum, den Scharf begangen, erwähnte.

§. 29.

Untersuchung auf Ammoniak und Schwefelmetalle.

Einige Liter Wasser wurden in einer Retorte, welche mit einer Röhre verbunden war, die sich in verdünnte Salzsäure mündete, mit Kali zum Kochen erhitzt. Sodann wurde die Salzsäure-haltige Flüssigkeit auf dem Wasserbade verdunstet; das Zurückgebliebene betrug sehr wenig, und entwickelte mit kohlensaurem Kali deutlich Ammoniak.

Das Wasser zu Baden wird gewöhnlich zu den Schwefelwassern gerechnet, und es lässt sich nicht läugnen, man bemerkt in der Nähe der Quellen einen auffallenden Geruch nach Schwefelwasserstoff. Dieser rührt jedoch, wie wir später sehen werden, von den Gasen her, welche sich ununterbrochen aus dem Wasser entwickeln. Das Wasser selbst ist entschieden frei von Schwefelwasserstoffgas, so wie von Schwefelmetallen, wie ich mich mehrere Mal durch Untersuchungen an den Quellen überzeugte. Das Wasser, als solches, kann daher nicht zu den Schwefelwassern gerechnet werden, wenn es auch gleich in anderer Beziehung eine Stelle unter denselben verdient. Ich werde auf diesen Gegenstand bei einer andern Gelegenheit zurückkommen.

§. 30.

Untersuchung der übrigen Quellen zu Baden.

Schon *Morell* hat aus den Untersuchungen *Scheuchzers* geschlossen, dass die verschiedenen Quellen zu Baden ihr Wasser aus einem gemeinschaftlichen Behälter erhalten, und aus diesem Grunde nur das Wasser der Verenaquelle untersucht. Diese Vermuthung ist nach meinen Untersuchungen, welche ich mit der Limmatquelle, von welcher

die neuen Gast- und Badhäuser ihr Wasser erhalten, mit der kleinen Quelle im Bären und mit der Verenaquelle vorgenommen habe, sehr wahrscheinlich. Ich habe diese verschiedenen Quellen nach demselben Plane untersucht, nach welchem die Staadhofquelle analysirt wurde. Die Summe der Bestandtheile fand ich bei allen gleich, so dass ich es für überflüssig hielt, auch Untersuchungen mit den übrigen Quellen vorzunehmen. Kleine Unterschiede in den einzelnen Bestandtheilen zeigten sich zwar; aber ähnliche treten auch bei Wiederholung der Analyse ein und desselben Wassers auf, daher sie allein nur als Beobachtungsfehler erscheinen. Diese Unterschiede werden aber erst in den Decimalstellen bemerkbar. Ich halte es daher für unnöthig, sämmtlich erhaltene Resultate aufzuführen, und begnüge mich nur die, welche ich für die Hauptbestandtheile des Wassers, als Schwefelsäure, Chlor und Kalk erhalten habe, mitzutheilen.

1004 Gramm Wasser der genannten Quellen lieferten in Grammen:

	Limmatqll.	Bärenqll.	Verenaqll.	Staadhofqll.
Schwefels. Baryt	4,070	3,620	3,790	3,790
Chlorsilber	4,620	4,590	4,670	4,600
Kohlens. Kalk	1,320	1,395	1,372	1,375
folglich:				
Schwefelsäure	1,390	1,306	1,302	1,302
Chlor	1,139	1,132	1,152	1,132
Reinen Kalk	0,743	0,774	0,771	0,774

Aehnliche Unterschiede zeigten sich auch bei der Bittererde. In sämmtlichen Quellen wurde aus dem Absatze, der sich beim schwachen Verdunsten bildete, Fluor, Strontian, phosphorsaure Thonerde und auch Kali gefunden.

Auch in der Temperatur kommen, wie sich später ergeben wird, die verschiedenen Quellen ganz mit einander überein.

Diese Untersuchungen beweisen daher, dass man mit vollem Rechte annehmen kann, dass sämmtliche Quellen ihr Wasser von einem gemeinschaftlichen Behälter erhalten; sie beweisen ferner, dass die Heilkraft bei allen gleich sein muss. Sie widerlegen zugleich die ungereimten Aeusserungen über die verschiedene Wirksamkeit der einzelnen Quellen, welche seit einiger Zeit im Publikum ausgestreut werden; Aeusserungen, die, zum Theil wenigstens, in der Missgunst einiger Badewirthe unter einander ihren Grund haben möchten.

Die Mineralquellen werden gewöhnlich theils nach ihren äussern sinnlichen Merkmalen und allgemeinen physischen Eigenschaften, theils nach den, durch die chemische Analyse aufgefundenen, Hauptbestandtheilen, oder doch solchen, von denen eine besondere Wirkung auf den Organismus zu erwarten ist, in Klassen gebracht. So unterscheidet man kalte, laue, warme und heisse Quellen, oder Eisenwasser, Schwefelwasser, alkalische Wasser, Bitterwasser etc. Jede Hauptklasse hat dann wieder seine Unterabtheilungen. Man befolgt hierbei eine ähnliche Methode, wie die Botaniker bei der Eintheilung der Pflanzen, und die Zoologen bei der von Thieren. Frägt man, zu welcher Klasse das Badener Wasser gerechnet werden muss, so frägt es sich zuerst, welcher oder welche Bestandtheile als die, in Beziehung auf ihre medizinische Wirkung, Hauptbestandtheile erkannt werden. Rechnet man den Kalk zu den Alkalien, so erscheint die Quelle als eine alkalisch-salinisch-erdige; rechnet man den Kalk aber zu den Erden, wie es gewöhnlich geschieht, so erhält sie ihre Stelle bei den

erdig-salinischen Quellen. In Betreff der Temperatur gehört sie entschieden zu den heissen Quellen; in diesen spielen die Gasarten, welche im Wasser aufgelöst sind, eine sehr untergeordnete Rolle.

Eine Vergleichung des Badener Thermal-Wassers mit andern berühmten heissen Quellen mag nicht ohne Interesse sein und jetzt einen Platz finden.

§. 31.

Vergleichung des Thermalwassers zu Baden mit andern heissen Quellen, auf 1000 *Theile Wasser berechnet.* (S. Tabelle).

Bei solchen Vergleichungen darf jedoch nicht unberücksichtigt bleiben, dass die Chemiker in der Aufstellung der Salze nicht gleicher Meinung sind, desshalb nicht nach gleichen Principien verfahren wird, und dass, wenn die Analyse desselben Wassers nach verschiedenen Methoden ausgeführt wird, die relativen Verhältnisse der Salze oft sehr von einander abweichend gefunden werden, wenn auch gleich die absolute Menge der einzelnen Bestandtheile keine Aenderung erleidet. Zur Erläuterung diene folgendes: Berücksichtigen wir z. B. im Badener Wasser nur den schwefelsauren Kalk und das Chlornatrium, so kann die quantitative Bestimmung auf verschiedene Weise ausgeführt werden. Man wird ein sehr genaues Resultat erhalten, wenn man die Schwefelsäure durch Chlorbaryum, das Chlor durch salpetersaures Silberoxyd, den Kalk durch kleesaures Ammoniak, und das Natrium durch den Verlust bestimmt. Man erhält auf diese Weise die absolute Menge der einzelnen Bestandtheile. Aus dem Verhältnisse ergiebt sich, dass die Schwefelsäure zur Sättigung des Kalkes, und das Chlor zur Sättigung des Natriums gerade hinreicht.

Besta	,Kessel- ınnen , ıach *ıstner.*	Aachen , Kaiserquelle, nach *Monheim.*	Burtscheid , heisseste Quelle,nach *Monheim.*
1. Chlorna	,4000	2,690	2,8670
2. Schwefe	,1300	0,275	0,4500
3. Kohlens	,6600	0,858	0,8600
4. Schwefe	—	0,080	—
5. Chlorkal	—	—	—
6. Schwefe	—	—	—
7. Schwefe	—	—	—
8. Schwefe	—	—	—
9. Chlorcal	0660	—	—
10. Chlorma	0330	—	—
11. Bromma	—	—	—
12. Jodmagı	—	—	—
13. Kohlens	,2600	0,030	0,0051
14. Kohlens	,2600	0,020	0,0310
15. Kohlens	—	0,006	0,0070
16. Lithon	—	Spuren	0,0001
17. Eisenox	,0081	Spuren	—
18. Mangan	,0162	—	—
19. Fluorcal	puren	0,062	0,0740
20. Phospho	—	—	—
21. Phospho	—	—	—
22. Kieseler	—	0,070	0,0310
23. Kieselsa	—	—	—
24. Organis	puren	0,038	Spuren
25. Phospho	—	0,019	—
	8333	4,148	4,3711

Man kann daher annehmen, dass schwefelsaurer Kalk und Chlornatrium im Wasser enthalten sind. Die Analyse kann aber auch auf folgende Weise ausgeführt werden: Das Wasser wird abgedampft bis zur Trockne, der trockne Rückstand wird mit wässrigem Weingeist behandelt, und die weingeistige Lösung vom Unaufgelösten getrennt. Untersucht man nun, was der Weingeist aufgelöst hat, so wird man Chlorcalcium und Chlornatrium finden, während das Unaufgelöste aus schwefelsaurem Kalk und schwefelsaurem Natron besteht. Ich erhalte also nach der zweiten Methode 4 Salze. Die Menge von Natrium, Calcium, Sauerstoff, Chlor und Schwefelsäure wird aber nicht mehr betragen, wie im ersten Falle. Ferner glaube ich, die Aerzte auch auf den Umstand aufmerksam machen zu müssen, dass viele Analytiker die gefundenen Salze im krystallisirten, wasserhaltigen, andere aber im wasserfreien Zustande berechnen. Im ersten Falle kann aber, namentlich wenn das Wasser Natronsalze enthält, die Summe der Bestandtheile leicht noch ein Mal so gross ausfallen, als im zweiten. Die Berechnung der Salze mit Krystallwasser ist ein Kunstgriff, zu dem man oft absichtlich seine Zuflucht nimmt, um eine grosse Menge fester Theile im Wasser nachweisen zu können. Richtige Vergleiche können daher nur dann angestellt werden, wenn man ganz allein auf die einzelnen Bestandtheile, keineswegs aber auf die Verbindungsart derselben im Wasser Rücksicht nimmt. Aus der Tabelle, in welcher sämmtliche Salze im wasserfreien Zustande angenommen sind, wird man ersehen, dass das Badener Wasser in der Summe der festen Theile den berühmtesten Bädern nicht nachsteht, und besonders das Wasser von *Leuck*, mit dem

es im Uebrigen am meisten übereinstimmt, bei Weitem übertrifft.

§. 32.

Wie die durch die Analyse gefundenen festen Theile im Wasser unter einander vereinigt sind.

Die Frage, wie die Bestandtheile im Wasser unter einander verbunden, ergiebt sich von selbst aus den wenigen, in §. 31. vorkommenden Betrachtungen; sie ist eine der wichtigsten, welche überhaupt bei Untersuchungen von Mineralwassern gestellt werden kann, und besonders für den Arzt von der grössten Bedeutung. Er wird nur dann im Stande sein, die Wirksamkeit eines Mineralwassers nach den, durch die chemische Analyse gefundenen, Resultaten rationell zu beurtheilen, wenn er eine klare Ansicht über die Verbindung der Körper unter einander im Wasser selbst gewonnen hat. Wir haben durch die Analyse des Badener Thermalwassers Chlornatrium (Kochsalz) und schwefelsauren Kalk (Gips), als in grösster Menge vorhanden, aufgefunden; d. h. wir haben durch den Gang der Untersuchung beide Substanzen als solche erhalten. Ich bin weit entfernt, mich in das Gebiet der goldenen praktischen Heilkunst zu begeben, zu untersuchen, welche Heilkraft dem Kochsalze und dem Gipse jedem für sich allein zukommt; aber als Chemiker kann ich wohl die Frage an die Aerzte richten: Ist die Wirkung des Kochsalzes und Gipses gleich der Wirkung des Glaubersalzes und Chlorcalciums, oder der Wirkung des Glaubersalzes, Gipses, Chlornatriums und Chlorcalciums zusammen genommen? Diese Frage wird sicherlich kein Arzt mit Ja beantworten. Es frägt sich also: Sind die Bestandtheile,

welche der Chemiker durch die Analyse erhält, wirklich als solche in Wasser vorhanden, oder nicht? Die Chemiker selbst dürfen und können aus wissenschaftlichen Gründen nicht zugeben, dass die Analyse der Wirklichkeit entspricht. Dieses Geständniss wird nun von denjenigen Aerzten und Naturforschern, welche in der Mischung der Mineralwasser einen *höhern, dem Organischen sich nähernden, dem Calcul unzugänglichen Chemismus* erkennen wollen, aufgegriffen, um gegen die Untersuchungen der sogenannten *mechanischen Chemiker* zu Felde zu ziehen, und den Werth der chemischen Analyse, wenn auch nicht abzusprechen, doch sehr in den Hintergrund zu stellen. Es wird daher manchem Arzte eine kurze Beleuchtung der Gründe, warum die Analyse nicht der Wirklichkeit entsprechen könne, von rein chemischer Seite, nicht ohne Interesse sein.

§. 33.

Bei Beantwortung der vorliegenden Frage kommen in Betracht 1) *die Affinitätsgrössen der Körper unter einander*, und 2) *das Wesen der Auflösung.* Wenn nun nicht geläugnet werden kann, dass durch die Stöchiometrie die Verbindungsverhältnisse der Körper, besonders in der unorganischen Chemie, zur mathematischen Gewissheit erhoben worden sind, so muss doch zugleich eingestanden werden, dass unsere Kenntnisse über die absolute und relative Affinitätsgrösse, seit *Berthollet* seine geistreichen Ideen über die Gesetze der Verwandtschaft entwickelt hat, keinen Schritt weiter gekommen sind. Die Ursache, dass seit mehr denn 30 Jahren, innerhalb welchen die Entdeckungen in der Chemie Schlag auf Schlag folgten, dieser

Gegenstand unverändert geblieben, muss wohl darin liegen, dass *Berthollet* die Sache auf die Spitze gestellt, und alle gemachten Entdeckungen in der unorganischen Chemie consequent, aus den von *Berthollet* aufgestellten Sätzen, abgeleitet werden konnten. Das Hauptgesetz *Berthollet's* ist folgendes: Von zwei Stoffen A und B, welche zu einem dritten C Verwandtschaft haben, bemächtigt sich der eine *allein* nicht mit diesem Stoff C, unter vollkommener Ausschliessung des andern, sondern beide theilen sich in C nach dem Verhältnisse, welches aus den Verhältnissen ihrer absoluten chemischen Kraft und ihrer Masse zusammengesetzt ist. Das Gleiche findet Statt, wenn eine Verbindung A B mit einer andern C D zusammengebracht wird, und beide ihre Bestandtheile austauschen. Dieser Austausch erfolgt nur theilweise nach dem angeführten Gesetze, es entstehen daher A D, A B, C B, C D. Wie viel von diesen Verbindungen gebildet wird, bestimmt die relative und absolute Affinitätsgrösse und die chemische Masse, d. h. die Quantitäten der Verbindungen A B und C D.

Dieses Gesetz wird aber modificirt durch den verschiedenen Cohäsionszustand, die verschiedene Flüchtigkeit und Löslichkeit sowohl der auf einander wirkenden Stoffe, als auch der hieraus entstehenden neuen Verbindungen. Durch diese Nebenumstände, welche bei dem gegenseitigen Einwirken der Körper nie ausser Acht gelassen werden dürfen, werden die Resultate oft so verändert, dass gerade das Gegentheil von dem, was das Gesetz feststellt, eintritt. Das Geistreiche in der *Berthollet*schen Ansicht liegt also vorzüglich darin, dass sie die Cohäsionskraft, die Neigung zur Gasbildung etc. in Conflict mit der Affinität bringt, und die verschiedenen Erschei-

nungen, welche an der Materie mittelbar oder unmittelbar beobachtet werden, als Resultate einer, sich auf verschiedene Weise äussernden, Kraft ansieht.

§. 34.

Wenden wir dieses Gesetz auf die vorliegende Frage an, so wird man aus demselben folgern, dass schwefelsaurer Kalk und Chlornatrium, wenn sie in einer Auflösung mit einander in Berührung kommen, sich theilweise zersetzten. Sie werden nämlich ihre Bestandtheile umtauschen, und Schwefelsäure und Chlor werden von den vorhandenen Basen so viel anziehen, als der relativen Affinitätsgrösse beider entspricht. Dadurch entstehen 4 Salze: schwefelsaures Natron, Chlornatrium, schwefelsaurer Kalk und Chlorcalcium. Würden wir nun die Affinitätsgrösse der Schwefelsäure und des Chlors genau kennen, so würden wir aus der vorhandenen Menge eines jeden der beiden Salze genau angeben können, wie viel von jedem der 4 Salze in der Lösung vorhanden sein müsste, wobei jedoch noch auf die grössere oder geringere Löslichkeit der sich bildenden Salze, auf die Verwandtschaft derselben zu einander, auf die Menge des vorhandenen Wassers, auf die Temperatur etc. Rücksicht genommen werden müsste.

Die grössere Löslichkeit des Gipses in einer Auflösung von Kochsalz, als in reinem Wasser, wird bedingt durch Bildung von Chlorcalcium und Glaubersalz; zwei Salze, die bei einer gewissen Concentration nach den gewöhnlichen Ansichten als nicht verträglich erscheinen. *Döbereiner* *) hat gezeigt, dass, wenn eine Auflösung von schwefelsaurem Kalk und Kochsalz abgedampft wird, sich

*) Schweigger und Erdmann Journal I. S. 113.

immer Chlorcalcium und Glaubersalz bilde. Nach *Döbereiner* bedingt diese Zersetzung die Tendenz des Gipses, mit schwefelsaurem Natron ein Doppelsalz zu bilden.

Dass die Temperatur auf die Verbindungen in einer gemischten Salzauflösung den grössten Einfluss hat, und oft ganz unerwartete Resultate erhalten werden, dafür spricht z. B. das Verhalten des Kochsalzes zur schwefelsauren Bittererde. Löst man beide Salze in einer hinreichenden Menge Wasser, so erhält man beim Verdunsten in gewöhnlicher Temperatur Krystalle von Kochsalz und Bittersalz; bei + 50° aber und bei 0° erhält man Glaubersalz und Chlormagnium.

Diese wenigen Beispiele zeigen uns, welche immerwährende Veränderungen in einer Salzlösung, wenn in derselben nur 2 Salze aufgelöst sind, Statt finden können, wenn die Temperatur etc. verändert wird. Es geht aus ihnen hervor, dass nur so lange, als die äussern Verhältnisse sich gleich bleiben, ein unveränderter Zustand in der Lösung angenommen werden kann. Sie beweisen ferner, in welchem innigen Zusammenhange alle Bestandtheile, welche in einer Auflösung vorkommen, zu einander stehen, und wie die Resultate bei einer chemischen Analyse verschieden ausfallen müssen, je nachdem das Abdampfen des Wassers in verschiedenen Temperaturen vorgenommen wird. Wie verwickelt müssen aber erst die Verhältnisse in einem Mineralwasser sein, in welchem 3—4 verschiedene Säuren und eine noch grössere Anzahl Basen vorkommen, wenn jede einzelne Säure allen Salzbasen, und umgekehrt jede Basis allen Säuren angehört, und wenn der, bei einer gewissen Temperatur und einer gewissen Menge Wasser, bestehende Zustand durch Abdampfen, durch Abkühlen oder Erwärmen fort-

währenden Veränderungen ausgesetzt wird? Ein und dasselbe Mineralwasser wird bei + 40° eine andere innere Zusammensetzung, wie + 50° oder bei + 30°, 20° u. s. w. haben. Aus den fortwährenden möglichen Veränderungen und aus der daraus sich ergebenden innigen Beziehung der Bestandtheile zu einander, ergiebt sich die nothwendige Folgerung, dass alle Bestandtheile eines Mineralwassers als zu einem gemeinschaftlichen Ganzen verbunden sind.

§. 35.

Gegen diese, aus dem *Berthollet*schen Gesetze folgende, Ansicht hat sich in neuerer Zeit H. *Rose* *) bei Gelegenheit der Untersuchung des Wassers vom Elton-See, im asiatischen Russland, ausgesprochen. Er hält es für die meisten Fälle am wahrscheinlichsten, dass die Salze als einfache Salze so neben einander in der Auflösung existiren, wie sie sich bei der Abdampfung des Wassers bei der gewöhnlichen, oder bei möglichst wenig erhöhter Temperatur durch Krystallisation ausscheiden. Er giebt zwar zu, dass schwefelsaurer Kalk in Salzauflösung sich in grösserer Menge auflöse, als im reinen Wasser. Nach längerer Zeit erfolge jedoch gewöhnlich Abscheidung von Gips. Aus den salzigen Wassern scheide sich durch allmälige Verdampfung im Sommer zuerst Gips, dann Kochsalz, dann Bittersalz aus, und in der Mutterlauge bleibe Chlormagnium; nie erzeuge sich durch freiwillige Abdampfung Glaubersalz. Man habe also recht, bei gewöhnlicher Temperatur Bittersalz und Kochsalz, als *neben einander existirend*, anzunehmen. In einem Falle, wie der vorliegende, wo man unmöglich mit Sicherheit bestimmen

*) Poggendorf, Annalen XXXV. 178 u. s. f.

kann, wie die Salze im aufgelösten Zustande vorhanden sind, kann eine Meinung so viel werth sein wie eine andere. „Mit Worten lässt sich zwar trefflich streiten, mit Worten ein System bereiten," aber für die Sache selbst wird durch solche Streitigkeiten gewöhnlich nichts gewonnen. Die Geschichte der Chemie giebt uns hierzu Belege genug; ich erinnere nur an die Händel, welche der Begriff Salz schon veranlasst hat, und was ist dabei heraus gekommen? Wenn wir finden, dass sich der Gips in reinem Wasser in geringerer Menge löst, wie in einer Kochsalzlösung, so muss der Grund der grössern Löslichkeit im Kochsalze liegen. Finden wir, dass eine solche Lösung nach einiger Zeit wieder Gips absetzt, so frägt es sich: War die Lösung immer derselben Temperatur ausgesetzt, war keine Verdunstung möglich? etc. Dass beim Verdunsten eines Salzwassers bei der gewöhnlichen Temperatur sich zuerst Gips, dann Chlornatrium und zuletzt Bittersalz absetzt, folgt auch ganz klar nach dem *Berthollet*schen Gesetze, weil überhaupt die Cohäsionskraft über den Erfolg entscheidet. Die Löslichkeit der Salze ändert sich aber nach der Temperatur, und desshalb werden die Resultate, je nachdem die Krystallisation bei niedriger oder hoher Temperatur vorgenommen wird, auch verschieden ausfallen. Unmöglich aber scheint es mir, aus der Reihenfolge, in welcher sich die Salze aus einer Salzlösung bei verschiedenen Temperaturen abscheiden, bestimmen zu können, in welchem Zustande die Salze in der Auflösung sich befanden.

§. 36.

Zur Beurtheilung des innern Zustandes eines Mineralwassers verdient der Vorgang bei der Auflösung selbst

eine nicht mindere Beachtung wie die Affinitätserscheinungen. Die Auflösung (Salz und Wasser) wird von den Chemikern und Physikern theils als eine wirkliche chemische Verbindung, theils als eine durch wechselseitige Adhäsionsanziehung erfolgte mechanische Mischung betrachtet. Für die erste Ansicht spricht zuerst die vollkommene Homogenität der Lösung; für die letztere die nach keinem bestimmten Gesetze erfolgende Vereinigung des aufzulösenden Körpers mit dem Auflösungsmittel, die Beibehaltung der meisten physischen Eigenschaften, welche die Körper auszeichnen, die in der Auflösung vorkommen, und die Leichtigkeit, mit der solche Verbindungen wiederum getrennt werden können. Wenn nun gleich die vollkommene Durchsichtigkeit einer Auflösung aus rein mechanischer Anziehung nicht wohl erklärt werden kann, so hat dieselbe, und, wie sich sogleich ergeben wird, nicht ohne Grund doch die meisten Anhänger gefunden. Man nimmt gewöhnlich an, die Auflösung erfolge, wenn die kleinsten Theile des auflösenden Körpers eine grössere Anziehung (Adhäsion) zu denen des aufzulösenden Körpers haben, als die gleichartigen Theile beider unter sich. Es ist natürlich, dass die thätige Anziehungskraft zwischen den beiden Körpern auch zugleich trennend wirken muss. Denn ohne diese Annahme könnte nichts weiter als eine vollständige Benetzung des festen Körpers durch das Auflösungsmittel erfolgen, keineswegs aber die Trennung des festen aufzulösenden Körpers in seinen kleinsten Theilchen. Nun aber frägt es sich, wie weit geht die Trennung des festen (und flüssigen) Körpers in seine kleinsten Theile? Trennen sich bei der Auflösung des Kochsalzes in Wasser nur die kleinsten Theile des Salzes von einander? oder

geht die Trennung so weit, dass sich zuletzt nicht mehr Kochsalz von Kochsalz scheidet, sondern eine vollständige Auflösung in die Elementartheile Statt findet? Im letztern Falle müsste nothwendig eine chemische Verbindung erfolgen. Verbindet sich Kali mit Schwefelsäure, so dürfen wir keine Juxtaposition der kleinsten Theile der Schwefelsäure und des Kalis in der Verbindung annehmen, sondern wir haben uns im schwefelsauren Kali die einfachen Atome auf eine bestimmte Weise geordnet zu denken. *) Ich habe in einer Abhandlung **) zu zeigen gesucht, wie man sich die Indifferenz des schwefelsauren Kalis, als hervorgegangen aus der Summe der sauren Eigenschaften des Schwefelatoms und sämmtlicher Sauerstoffatome, welche gemeinschaftlich die basischen Eigenschaften des Kaliums zu neutralisiren streben, denken kann. Diese Vorstellung von einer chemischen Verbindung erklärt vollständig, warum dieselbe so wesentlich verschieden ist in all ihren Eigenschaften, vor denen der Bestandtheile. In einer gewöhnlichen Salzauflösung finden wir aber keine solche Differenz, dass wir nicht mehr in derselben Wasser als Wasser und Kochsalz als Kochsalz anzunehmen berechtigt wären. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, darf eine gewöhnliche Auflösung nicht für eine chemische Verbindung gehalten werden, sondern wir haben anzunehmen, dass bei der Auflösung das Salz so weit in seine kleinsten Theile zerlegt werde, dass jede weitere Trennung nothwendig eine Scheidung in die Elementartheile zur Folge habe.

---

*) Berzelius Chemie, 3. Aufl. Bd. VI. S. 17.

**) Die sauren und basischen Eigenschaften der nicht Metalle. 1835. S. 13.

§. 37.

Aus diesen Betrachtungen glaube ich folgern zu dürfen, dass wenn in einer Auflösung mehrere Salze enthalten, die Erscheinungen zwar complicirter — indem dann noch die Verwandtschaftsactionen der Salze unter einander in Anschlag gebracht werden müssen, wodurch, wie früher gezeigt wurde, die Anzahl der Salze gleichsam im Quadrate zunimmt, weil das eine Salz nothwendig das andere bedingt, sämmtliche vorkommende daher in innigsten Beziehungen zu einander stehen, die noch besonders durch die Temperatur und andere Verhältnisse auf mannigfache Weise modificirt werden — aber doch nicht angenommen werden darf, dass alle Salze gewisser Maassen nur ein Salz bilden, sondern dass die möglich vorkommenden Salze einzeln für sich in der Auflösung enthalten sind. Durch das Gesagte findet auch der Streit, der so oft über die sogenannten unverträglichen Salze geführt wurde, seine Erledigung. Mag man jedoch dieser oder jener theoretischen Ansicht huldigen, immerhin sprechen die bereits mitgetheilten Beispiele über die Zersetzung einiger Salze, wenn sie in einer Auflösung zusammen vorkommen, mit Gewissheit für die Sätze: in einem Mineralwasser sind die Bestandtheile nicht in dem Zustande vorhanden, wie sie durch die Analyse abgeschieden wurden, und bei verschiedenen Methoden, deren man sich bei der Analyse bedient, können ganz verschiedene Resultate erhalten werden, wenn auch die Summe der Bestandtheile keine Aenderung erleidet. Es unterliegt ferner keinem Zweifel, dass durch die geringste Einwirkung, z. B. durch Verdunstung, oder Erwärmung in jedem Momente ein

anderer Zustand in der Mischung des Wassers veranlasst wird.

Wenn ich daher aus Ueberzeugung die Ansicht ausspreche, dass die Salze im Mineralwasser in einer eigenthümlichen Beziehung zu einander stehen, und nicht so neben und mit einander verbunden sind, wie die chemische Analyse sie abscheidet, daher auch in medizinischer Hinsicht die Wirkung des Wassers nicht verglichen werden kann mit der Wirkung der einzelnen Salze für sich, so bin ich doch weit entfernt, in dem Mineralwasser eine eigenthümlich-organische Kraft, einen Erdgeist anzunehmen, und zu behaupten, dass nicht auch oberhalb der Erdrinde, in dem chemischen Laboratorium, durch Zusammenbringen der durch die Analyse gefundenen (vorausgesetzt, dass sie alle Theile quantitativ nachgewiesen) Bestandtheile eines Mineralwassers, und mit Berücksichtigung der Temperatur und sonstiger Umstände, ganz dieselbe Mischung, begabt mit allen Eigenschaften des Mineralwassers, hervorgebracht werden könne, und dass die chemische Analyse nicht einen richtigen Maassstab zur Beurtheilung der medicinischen Wirkung eines Mineralwassers liefere. Es herrscht nur *eine chemische Kraft*, ebenso wie wir nur *eine* elektrische und *eine* magnetische Anziehung kennen. Ich habe die Ueberzeugung, dass wenn auch in der Zusammenstellung der Bestandtheile, welche sich durch die Analyse ergeben, die Chemiker abweichen, durch Auflösen der verschiedenen Verbindungen, ein Wasser von gleicher Zusammensetzung, wie das natürliche, erhalten werde. So glaube ich, dass Gips und Chlornatrium dieselbe Mischung geben als Gips,

Chlornatrium, Glaubersalz und Chlorcalcium, wenn nur in beiden Fällen die gleiche Menge Chlor, Schwefelsäure, Natrium und Kalk in Wechselwirkung gebracht werden, und kann daher auch *Struve's* *) Ansicht, dass bei der künstlichen Nachbildung eines Mineralwassers in der Auflösung der einzelnen Salze eine bestimmte Reihenfolge Statt finden müsse, nicht beistimmen.

Die chemische, in der ganzen organischen und unorganischen Natur fortwährend wirkende Kraft, ist ein so mächtiges Agens, sie kann jeden Augenblick in ihren ungeheuern Wirkungen erkannt werden, sie steht in so innigen Verhältnissen mit der Wärme, dem Lichte, den elektrischen und magnetischen Erscheinungen, dass man leicht in derselben, und in der Schwerkraft, wenn man will, die geistigen Grundkräfte erkennt, durch welche das ganze Weltall in seinen ewigen Gesetzen erhalten wird, ohne nöthig zu haben, sich sogleich in hohlen, nichts sagenden und erklärenden Phrasen zu verlieren, wie sie so häufig und so gerne von manchen Aerzten zur Schau getragen werden, und welche in den meisten Fällen den Mangel gründlicher, naturwissenschaftlicher Kenntnisse ersetzen sollen. Es ist allerdings leichter, mit einem schwulstigen, mystischen Räsonnement dem vornehmen wie gemeinen Laien Sand in die Augen zu streuen, als einen Gegenstand ruhig zu durchdenken, und sich unter Anwendung der Wissenschaft Rechenschaft von den beobachtenden Erscheinungen zu geben.

---

*) Ueber die Nachbildung der natürlichen Heilquellen von Struve. Dresden 1824. S. 19.

§. 38.

Sind die Bestandtheile in einem Mineralwasser veränderlich?

Die Analysen der Mineralwasser gehören unstreitig zu den schwierigsten unorganischen Untersuchungen, und es kann nicht geläugnet werden, dass Irrthümer äusserst leicht möglich sind. Die Geschichte der Mineralwasser-Analysen giebt uns viele Belege, dass in einem und demselben Wasser von verschiedenen Chemikern, ja sogar von ein und demselben zu verschiedenen Malen untersucht, die Bestandtheile nicht allein in ganz andern Verhältnissen aufgefunden, sondern auch öfters ganz neue Stoffe nachgewiesen wurden. Der Grund dieser Erscheinung kann entweder in der fehlerhaften Ausführung der Analyse, oder in einer Veränderlichkeit der Bestandtheile liegen. Eine Veränderlichkeit in längerer oder kürzerer Zeit in den Bestandtheilen eines Mineralwassers ist immerhin möglich, und wissenschaftliche und genau arbeitende Chemiker haben aus der quantitativen Differenz der Ergebnisse in den zu verschiedenen Zeiten angestellten Analysen gefolgert, dass die einzelnen Bestandtheile wenigstens quantitativen Veränderungen temporär unterworfen seien, ohne dass die Summe der Bestandtheile eine Aenderung erleide. So fand *Bischof* die Bestandtheile in der Mineralquelle von Roisdorf in verschiedenen Zeiten verschieden. Fast bei jeder neuen Untersuchung mit dem Marienbader Kreuzbrunnen erhielt *Struve* abweichende Resultate in dem Mengen-Verhältnisse der Stoffe. *) Auch

---

*) a. a. O. S. 15.

verschiedene Chemiker bekamen verschiedene Menge Salz. In 16 Unzen Marienbader Wasser fanden:

	Reuss.	Ziegler.	Steinmann.
Kohlensaures Natron	10,629	14,928	7,261
Schwefelsaures Natron	23,677	27,205	38,116
Chlornatrium . . .	8,993	14,053	13,564
	53,299	46,186	58,941

Eben so hat *Struve* *) bei mehreren mit dem Emser Wasser zu verschiedenen Zeiten angestellten Untersuchungen gefunden, dass die Masse der in denselben vorhandenen festen Bestandtheile sehr verschieden sich verhielt, und dass selbst dann, wann die Gewichte der trocknen Salze aus einer und derselben Menge, jedoch zu verschiedenen Zeiten geschöpften, Wassers übereinstimmten, dennoch die Qualität der einzelnen Bestandtheile sehr verschieden war, ohne dass diese Verschiedenheit einer Abänderung des Verfahrens bei der Analyse zugeschrieben werden konnte. Ein Mal enthielten 16 Unzen Wasser:

Schwefelsaures Natron	0,23
Kohlensaures Natron	13,26
Salzsaures Natron	5,06
	18,13;

zu einer andern Zeit erhielt er:

Schwefelsaures Natron	0,42
Kohlensaures Natron	10,75
Salzsaures Natron	7,67
	18,84

Höchst interessant sind auch die Beobachtungen *Herrmanns.* **) Nach diesen sind auch Salzsoolen in ihren

*) a. a. O. S. 16.

**) Schweigger Journal 72.

Mischungsverhältnissen veränderlich, jedoch ohne im spezifischen Gewicht zu variiren. 1798 kamen auf 1 Theil Chlormagnium in der hallischen Soole 7 Theile Chlorcalcium; 1823 dagegen auf 2 Theile des erstern nur noch 1 Theil des letztern, und Herrmann glaubt, dass der salzsaure Kalk ganz verschwinden werde. 1794 enthielt das zur Erzeugung von 20000 Last Salz erforderliche Quantum Schönebecker Soole 6000 Centner Glaubersalz. Jetzt befinden sich in derselben Menge 37—38000 Centner. Aehnliche Fälle könnten noch mehrere aufgeführt werden. Dennoch glaube ich, zeigen die meisten Quellen innerhalb langer Zeiträume keine bedeutende Veränderlichkeit. Die Quellen von Karlsbad haben bei mehrern Untersuchungen gleiche Resultate gegeben. Durch die Analyse der Kreuznacher Soole habe ich dieselbe Quantität der einzelnen Hauptbestandtheile erhalten, wie *Mettenheimer* 10 Jahre früher, und in den meisten Fällen möchte wohl die Veränderlichkeit der Bestandtheile eines Mineralwassers in dem analytischen Gang seine Erklärung finden. Ich habe nachgewiesen, dass seit der Untersuchung *Scheuchzers* bis auf die neueste Zeit, die Summe der Bestandtheile im Badener Wasser sich gleich blieb. In wissenschaftlicher Beziehung kann aber nur die von *Bauhof* mit der meinigen verglichen werden. Die grösste Differenz in beiden Untersuchungen zeigt sich im Gehalte von Chlornatrium. Die Ursache derselben liegt aber hauptsächlich darin, dass *Bauhof* bei seinen Berechnungen den Chlorgehalt des Chlorsilbers zu niedrig anschlägt. Wird die nöthige Correction angebracht, so verschwindet die Differenz fast vollständig. In der Summe der Bestandtheile weichen die Analysen, wie schon gesagt wurde, sehr unbedeutend

von einander ab. Es wäre ein wahres Unglück für die Untersuchungen der Mineralwasser, wenn eine solche Veränderlichkeit stabil in die Wissenschaft eingeführt würde; die nächste Folge wäre, dass manche Analyse von Leuten ausgeführt würde, denen theils Gewissenhaftigkeit, theils Kenntniss und Geschicklichkeit abgeht. Werden bei kunstgerechter Wiederholung ihrer Arbeiten andere Resultate erhalten — nun — dann verkriecht man sich in den Schlupfwinkel der Veränderlichkeit.

§. 39.

Einige Worte über die Nachbildung natürlicher Mineralwasser, und über die Benutzung des Badenerwassers zu Nachbildungen eines andern.

Dass ich die künstliche Darstellung irgend eines Mineralwassers für möglich halte, ja sogar überzeugt bin, dass, im Falle *alle* Bestandtheile desselben bekannt sind, durch Auflösen derselben in den gefundenen Verhältnissen auch ganz dieselbe Mischung entstehe, habe ich bereits bestimmt ausgesprochen.

Berzelius hat durch seine Untersuchungen im Karlsbaderwasser Stoffe nachgewiesen, welche früher in den Mineralwassern kaum geahndet wurden, wie Fluorcalcium, Lithon, Strontian etc. Wer wird die Möglichkeit in Abrede stellen, dass im Verlaufe der Zeit nicht noch mehr Stoffe ähnlicher Art in denselben werden aufgefunden werden? Hat sich diess nicht schon bestätigt durch die Entdeckung des Broms? Auch kann nicht geläugnet werden, dass diese Stoffe oft auf die Wirkung eines Mineralwassers einen bedeutenden Einfluss ausüben.

Die Verschiedenheit in den Bestandtheilen, sowohl

qualitativ als quantitativ, welche oft durch die Analyse in einem und demselben Mineralwasser aufgefunden werden, einerseits, und anderseits die Ungewissheit, ob durch die Analyse überhaupt alle Bestandtheile nachgewiesen wurden, stehen allerdings der künstlichen Darstellung der Mineralwasser entgegen, und mit einer evidenten Gewissheit wird daher nie behauptet werden können, dass das künstlich bereitete Wasser, dem natürlichen, welches durch dasselbe ersetzt werden soll, in jeder Beziehung gleich komme. — Eine Veränderlichkeit in den Bestandtheilen eines natürlichen Mineralwassers, gereicht demselben gewiss nicht zum Vortheil. Giebt man dieselbe zu, so fehlen dem Arzte alle und jede Anhaltspunkte für die Wirksamkeit des Wassers. Er kann nie sicher sein, dass nicht während der Curzeit fortwährend neue Mischungen entstehen, und die eine dasjenige verdirbt, was die andere gut gemacht. In manchen Fällen möchte eine solche Veränderlichkeit dem Arzte nicht unwillkommen sein, besonders wenn die Cur nicht gelingt, dann trägt (versteht sich von selbst) nicht der Arzt die Schuld, weil er den Patienten in ein unpassendes Bad geschickt, sondern das Mineralwasser, welches — *wahrscheinlich* — seine Bestandtheile verändert habe. Die künstlichen hätten sodann einen Vorzug, nämlich den, dass ihre Mischung immer constant erhalten werden kann; hat sich der Arzt *ein Mal* von der Wirkung eines solchen Wassers überzeugt, so hat er eine Richtschnur für alle Zeiten. Man hat übrigens nicht unterlassen, diese Veränderlichkeit zum Vortheil der natürlichen Wasser auszulegen. Gerade hierin, sagt man, liege das Geheimnissvolle, dass *Mineralwasser*, die fortdauernd *sehr auffallenden* Veränderungen ihres Gehaltes an

der Salzbildung fähigen Bestandtheilen unterliegen, dennoch ein Jahr wie das andere, *dieselben Arten von arzneilicher Wirksamkeit* im erkrankten Menschen hervorbringen. *) Ich gebe das letztere zu, ja glaube sogar, dass, wenn nach und nach alle Bestandtheile aus dem Wasser verschwinden, ohne dass es bemerkt würde, fortwährend doch noch die herrlichsten Curen mit demselben gemacht werden könnten. Nur finde ich nichts Merkwürdiges in der Sache. Man sieht hieraus, dass hundert und hundert Krankheiten geheilt werden können, durch blosses Wassertrinken, dass überhaupt die lokalen Verhältnisse des Badortes, das Entferntsein von seinen alltäglichen Geschäften, die veränderte Lebensart, und besonders *der Glaube* an die Heilkraft des Wassers einen oft grössern Einfluss auf das Gelingen der Cur ausüben, als die Mineralquelle selbst. Von den Badner Quellen kann aber zu ihrem Ruhme behauptet werden, dass sie einer solchen Veränderlichkeit nicht unterworfen sind, und in einem Zeitraume von hundert Jahren sich wahrscheinlich constant erhalten haben.

§. 40.

Bedeutender ist der zweite Einwurf, dass nicht angenommen werden kann, alle Bestandtheile eines Mineralwassers seien durch die Analyse dargethan. Die unorganische analytische Chemie hat eine solche Schärfe erreicht, dass mit Gewissheit angenommen werden kann, bei einer, mit Umsicht unternommenen, Untersuchung bleiben Bestandtheile, welche in nicht zu geringer Menge vorhanden, nicht unentdeckt. Ich habe zwar die Ueberzeugung, dass

*) Kastners Archiv X. S. 336.

jeder Stoff in einem Mineralwasser Berücksichtigung verdient. Jedoch hat alles seine Grenzen, und man darf auf irgend eine Aussage nicht mehr Werth legen, als sie verdient. Vor allen Dingen muss man bedenken, dass man eine Analyse nur dann für beendigt ansehen darf, wenn die Gewichtssumme der einzelnen Bestandtheile mit dem Gesammtgewichte Aller vor der Zerlegung zusammentrifft. Ist diess der Fall, so können natürlich die Fehler nicht gross sein. Die abgeschiedenen Körper sind aber bisweilen nicht rein, so enthält oft der kohlensaure Kalk etwas kohlensauren Strontian, das Chlornatrium kleine Quantitäten Chlorkalium, das Eisenoxyd Spuren von Manganoxyd. Eine grosse Verschiedenheit zwischen Chlornatrium und Chlorkalium etc. in medizinischer Hinsicht findet aber sicher nicht Statt. Wird nun durch eine neue Analyse etwas Strontian, Chlorkalium etc. nachgewiesen, so werden die erhaltenen Quantitäten vom kohlensauren Kalk und Chlornatrium abgezogen; dadurch bleibt die Summe der Bestandtheile unverändert, und auch in der Wirkung möchte, wie bemerkt, ein Wasser, in welchem eine kleine Menge Chlorkalium nachgewiesen wird, nicht verschieden sein von einem andern, welches dafür eine gleiche Menge Chlornatrium enthält. *Struve* *) berechnet auf eine vierwöchentliche Cur die Menge der von *Berzelius* entdeckten Salze im Karlsbader Wasser, wenn jeden Tag zehen Becher getrunken werden, auf 4,46 Gran, nämlich:

Fluorcalcium	2,58 Gran
Kohlensaurer Strontian . . .	0,77 »
	3,35 Gran

*) a. a. O. S. 46.

Uebertrag:	3,35	Gran
Phosphorsaurer Kalk . . .	0,18	»
Mangan	0,67	»
Phosphorsaure Thonerde . .	0,26	»
	4,46	Gran.

So kleine Mengen scheinen für die Heilkraft des Wassers zu verschwinden. Anders verhält es sich zwar mit Substanzen, die bekannter Maassen schon in geringer Menge eine bedeutende Wirkung auf den Organismus zeigen, wenn sie nicht in zu grosser Verdünnung (Millionenfacher) vorhanden sind.

Aber nicht wägbare, mit Händen zu fassende Bestandtheile sind es, welche das Eigenthümliche, durch keine Kunst Nachahmbare der Mineralwasser bedingt, sondern *elektrische, magnetische, galvanische, höher organische, lebendige, geistige* Kräfte machen sie zu belebten organischen Naturprodukten, die, gleich den *belebten* Krankheitsstoffen, *) den Miasmen, eine nähere, weniger beschränkte Verwandtschaft zum Organismus haben, als die todten Arzneimittel, zu welchen natürlich auch die künstlichen Mineralwasser gehören. Ich bin weit entfernt, im Ernste solche Ansichten widerlegen zu wollen. Es sind besonders die elektrischen, galvanischen Kräfte, die in dem Mineralwasser ihren Spuk treiben sollen. Jeder wahre Physiker erklärt das Vorhandensein freier entgegengesetzter Elektricität in einem Mineralwasser für eine Absurdität. Hält man dieselbe für Resultate elektrischer, galvanischer Kräfte, so folgt, dass, sobald das Produkt zu Stande gekommen, diese Kräfte sich ausgeglichen haben

*) Kastners Archiv X. S. 333.

müssen. Unsinn ist es, behaupten zu wollen, dass durch diese Ausgleichung die Kraftäusserung nicht aufhöre. Entzündet man Wasserstoffgas und Sauerstoffgas durch den elektrischen Funken, so erhält man Wasser, welches in seinen Eigenschaften von dem, welches durch Zersetzung von Metalloxyden, mittelst Wasserstoffgas dargestellt wurde, gewiss in keiner Beziehung abweicht. Wir können ein und dieselbe Verbindung auf mannigfache Weise darstellen; man verwechsle nur nicht Ursache und Produkt. Eine Kochsalzlösung, mag sie vom Himmel herunter gefallen, oder durch Riesenbatterien im Innern der Erde gebildet, oder durch Auflösen von salzigen Stoffen in der Gebirgsmasse, oder im chemischen Laboratorium dargestellt sein, ist nichts anderes als eine Salzauflösung. Die übrigen organisch - lebendigen Kräfte und Geister, namentlich der Brunnengeist, sollen unbekannte Imponderabilien und Potenzen sein. Aber wenn sie unbekannt sind, woher weiss man, dass sie existiren? Die Elektricität, der Magnetismus, das Licht, die Wärme sind auch keine Dinge, die man in den Händen fest halten, oder in einem wohl verstopften Glase aufbewahren kann. Wir überzeugen uns aber von ihrem Dasein durch ihre Wirkungen, die wir jeden Augenblick hervorzurufen vermögen. Wohl weiss ich, dass man antworten wird, gerade die oft auffallenden, ans Wunderbare gränzenden Wirkungen vieler Heilquellen, Wirkungen, die aus den bekannten, durch die Analyse nachgewiesenen Bestandtheilen nicht erklärt werden können, nöthigen zur Annahme von Vorhandensein eigenthümlicher unbekannter Imponderabilien. Die warmen Quellen zu Pfäfers enthalten sehr wenige sinnlich wahrnehmbare Bestandtheile. Was ist nun hier

das Wirksame? Müssen wir nicht an Imponderabilien, an Bestandtheile glauben, die der chemischen Analyse bis jetzt unbekannt, vielleicht immer unerreichbar sind? Und wie steht es nun mit der Darstellung derselben auf künstlichem Wege? *) Immer noch nicht so schlimm. Ein künstliches Mineralwasser, auf den Alpen getrunken, wird eine andere Wirkung hervorbringen, als in Berlin, und würde das Wasser von Pfäfers auf der Lüneburger Heide hervorquellen — es würde gewiss keine solche Berühmtheit erlangt haben, als es erlangt hat.

Dass bei Beurtheilung der Wirkung der Mineralquellen nicht allein die Bestandtheile, sondern der eigenthümliche Gebrauch (in Pfäfers badet man 10—12 Stunden immer in gleicher Temperatur in einem fast ganz reinen Wasser) derselben, die Lage des Bades (die man nirgends nachahmen kann; wie gestärkt fühlt man sich nicht nach einem Aufenthalt auf den Alpen), die veränderte Lebensart, und so viel anderes berücksichtigt werden muss, ist schon so oft gesagt worden, dass eine Wiederholung kaum nöthig ist.

„Die Chemie, welche den Geist in der Retorte aufge-„fangen zu haben wähnte, glaubte auf gleiche Weise, wie „die Natur, künstliche Mineralwasser innerhalb der vier „Mauern eines Laboratoriums bereiten zu können. Die „Natur und die ewig jungen Nayaden, diese Herabwürdigung „durch einseitigen Systemzwang verschmähend, lehrten aber „den *vorurtheilsfreien* Beobachter, dass die künstlichen „Mineralwasser die natürlichen Quellen so wenig als künst-„licher Wein den natürlichen Rebensaft zu ersetzen ver-

*) Hufeland Journal LXII. 99.

»mögen.« *) Hiermit glaubt man den Nagel auf den Kopf getroffen zu haben. Was zuerst den Geist anbetrifft, den die Chemie in der Retorte auffängt, so möchte derselbe oft von besserer Qualität sein, als der in manchem Menschengehirn, und es wäre oft sehr wünschenswerth, wenn es die Chemie so weit gebracht hätte, dass sie den letztern durch mehrmalige Destillationen in der Retorte von allen Narrheiten befreien könnte. Wollen wir eine natürliche Glaubersalzlösung künstlich nachbilden, so werden wir zuerst Glaubersalz durch Zusammenbringen von Schwefelsäure mit Natron darstellen, und dieses dann in Wasser auflösen. Nun bereitet die *Kunst*, nicht die *Natur*, aus dem natürlichen Traubensaft, den Wein. Handelt es sich darum, Wein künstlich zu bereiten, so müssen wir den Traubensaft künstlich darstellen, und diesen dann denselben Operationen unterwerfen, wie den natürlichen. Auch hier behaupte ich: wenn es gelingt, eben so gut Traubensaft zu bereiten wie Glaubersalz, so werden wir künstlich Weine darstellen, die von den natürlichen eben so wenig abweichen, wie eine künstliche Glaubersalzlösung von einer natürlichen. Allerdings wird ein Gemisch von Fusselbranntwein, etwas Zucker, Gummi, Weinstein etc. keinen Johannisberger abgeben. Man verwechsle nicht unorganische — und organische Chemie.

§. 41.

Ich überlasse es jedem Arzte zu bestimmen, wie hoch er die bereits erwähnten Nachtheile, als Veränderlichkeit, Ungewissheit, ob die Analyse alle Bestandtheile nachgewiesen, bei den künstlichen Mineralwassern in Rechnung

*) Kastners Archiv X. S. 332.

bringen will; spreche man diess aus, und so stark als möglich. Aber behaupte man nicht, dass ein künstliches Mineralwasser ein natürliches, welches man nachbilden will, nur unvollkommen in seinem innern Chemismus erreichen, und in seinen Wirkungen ersetzen könne, weil die durch die Analyse gefundenen Bestandtheile wieder in Wasser gelöst, nicht mehr dieselbe Mischung hervorzubringen vermögen, weil die Mischungsverhältnisse in der fliessenden Quelle eine eigenthümliche, von dem Leben der Erde ihr mitgetheilte Spannung der Elemente besitzen, und diese tellurisch vitale, durch den Brunnengeist potenzirte Mischung, die das Eigenthümliche und Feine, das Durchdringendere, ja Göttliche der Heilkräfte eines Mineralwassers ausmachen, durch keine Kunst der Chemie nachgebildet werden könne. *) Verlieren wir uns nicht in das Reich der Möglichkeiten, sondern halten wir nur dann etwas für wirklich, wenn wir die Gründe dazu in der Analogie mit andern bekannten Erscheinungen finden. Ohne diesen vernünftigen Scepticismus verfallen wir in eine kindische Leichtgläubigkeit. Zieht man zwischen Möglichkeit und Wirklichkeit keine Gränzen mehr, so ist allem Aberglauben, jeder Schwärmerei Thür und Thore geöffnet. Astrologie, Siderismus, Ahnungen, Orakel, und wie die Dinge alle heissen, haben gründliche, naturwissenschaftliche Kenntnisse nach und nach zum Schweigen gebracht. Je mehr diese Wissenschaften Gemeingut werden, desto weniger ist für manchen Mystiker und Finsterling Hoffnung vorhanden, dass man das Menschengeschlecht wieder mit einem Hexenspiel, mit Hölle und Teufel im

*) Harless Gesundbrunnen des Niederrheins. 1826. S. 166.

Zaume halten kann. — „Sie fabriciren *Entia* in ihrem „Gehirn, von denen in der Natur nirgends etwas zu treffen," sagt *Scheuchzer*.

§. 42.

Es mag sonderbar erscheinen, dass, während ich für ein berühmtes natürliches Bad schreibe, zugleich die künstlichen Mineralwasser vertheidige, und manchem Leser mag wohl der Gedanke gekommen sein, dass ich diese weitläufigen Betrachtungen angestellt haben werde, um das Badener Wasser in Zürich oder an einem andern Orte künstlich im Grossen nachzubilden. Ich habe jedoch die feste Ueberzeugung, dass durch die künstlichen Mineralwasser die natürlichen weder von ihrem Werthe noch von ihrem Vorzuge als Heilmittel verlieren können, am wenigsten die Thermen, die zum Baden gebraucht werden. Ich habe die Aufmerksamkeit des Lesers für diesen Gegenstand in Anspruch genommen, weil ich die Heilquellen zu Baden an Ort und Stelle benutzen will, zur Nachbildung anderer, und besonders solcher, welche zur Trinkkur dienen.

In früherer Zeit wurde das Wasser von Baden sehr selten getrunken; erst seit ungefähr zwanzig Jahren, kann man sagen, dient es auch zur Trinkkur. *Hottinger* sagt in seiner Beschreibung der warmen Bäder zu Baden 1702 S. 216: „Zum Trinken ist nichts gesunder, als der edle Rebensaft." Vom Trinken des Badwassers will er nichts wissen. Wasser aussen und Wasser innen kam ihm vor, als wenn man einen Wagen „obsich und nidsich zugleich ziehen will."

Ueber die Wirkungen des Badenerwassers, wenn es getrunken wird, hat *Conrad Gessner* an sich selbst Beobachtungen während 3 Jahren (1562, 63, 64) angestellt,

welche in *Scheuchzers* Beschreibung von Baden S. 50 mitgetheilt sind. *Gessner* hat 120 Unzen Wasser täglich getrunken, und günstige Wirkungen wahrgenommen. Aber erst *Kottmann* führte im Jahr 1803 die eigentliche Trinkkur ein. Er räth jedoch entschieden von dem Trinken ab, wenn es den Magen lästig angreift, Verdauungsbeschwerden, Kopfweh, Durchfall, Aufstossen, Verstopfung etc. verursacht. *) Aber auch selbst im Falle das Wasser vertragen wird, soll doch die Menge nicht über 2 Schoppen gesteigert werden, weil *mehr* gewöhnlich Beschwerden veranlasse. Dass die grosse Menge Gips, mag derselbe schon im Wasser existiren oder nicht, welcher als Hauptbestandtheil im Wasser auftritt, nicht jedem Organismus zuträglich sein kann, leuchtet auch dem Layen in der Heilkunst ein, und zur Trinkkur steht unser Wasser von Baden vielen andern Thermen, besonders den berühmten böhmischen, welche grössten Theils nur leicht lösliche Salze enthalten, unendlich weit nach.

Zur bequemern Vergleichung und zur Bestätigung des Gesagten, will ich nochmals die Bestandtheile des *Karlsbader* Wassers nach der Analyse von *Berzelius* und die des *Badener* Wassers neben einander stellen. Es wird sich aus dieser Vergleichung zugleich ergeben, mit welchen unbedeutenden Mitteln unsere Quelle gleichsam in die Karlsbader umgewandelt werden kann.

Karlsbader Wasser. 1000 Theile enthalten:	Theile.	Badener Wasser. 1000 Theile enthalten:	Theile.
Schwefels. Natron	2,58713	Schwefels. Kalk	1,41418
Kohlens. Natron	1,26137	Schwefels. Natron	0,35856
	3,84850		1,76274

*) Die Bad- u. Trinkkur zu Baden von Kottmann. S. 143.

Uebertrag:	3,84850		1,76274
Chlornatrium . .	1,03852	Schwefels. Bittererde	0,31872
Kohlens. Kalk . .	0,30860	Chlornatrium . .	1,69820
Fluorcalcium . .	0,00320	Chlormagnium . .	0,07375
Phosphors. Kalk .	0,10022	Kohlens. Kalk . .	0,33854
Kohlens. Strontian	0,00096	Kohlens. Strontian	0,00066
Bittererde . . .	0,00032	Fluorcalcium . .	0,00209
Phosphors. Thonerde	0,00020	Bittererde . . .	0,00992
Kieselerde . . .	0,07515	Phosphors. Thonerde	0,00086
		Kieselerde . . .	0,00996
	5,37567		4,28244

Ausserdem sind noch kleine Spuren von Lithon und von Brom und Jod, sowohl im Karlsbader als Badener Wasser vorhanden.

Die Hauptverschiedenheit besteht also darin, dass im Karlsbader Wasser schwefelsaures Natron und kohlensaures Natron, welches nach *Berzelius* als Bicarbonat vorhanden, im Badener hingegen dafür schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Bittererde enthalten sind. Die übrigen Bestandtheile weichen so wenig von einander ab, dass die Unterschiede erst in den 3 und 4 Dezimalstellen bemerkbar werden, und fallen daher ganz in das Reich der Beobachtungsfehler. Das Badener Wasser wird also in das Karlsbader umgewandelt werden, wenn an die Stelle des Gipses und der schwefelsauren Bittererde, schwefelsaures Natron und doppelt kohlensaures Natron gesetzt werden. Diese Umwandlung kann äusserst leicht durch einfach und doppelt kohlensaures Natron erfolgen.

Es sind nämlich 1,414 Gramm schwefelsaurer Kalk + 0,3187 Gramm schwefelsaure Bittererde = 1,843 schwefelsaures Natron. Rechnet man nun das im Badener

Wasser enthaltene schwefelsaure Natron hinzu, so erhält man 2,202 Gramm, also nur 0,385 Gramm weniger, als im Karlsbader Wasser vorhanden. Zur Bildung von 1,843 Gramm schwefelsauren Natrons aus einer entsprechenden Menge schwefelsauren Kalks und schwefelsaurer Bittererde, sind erforderlich 1,380 Gramm kohlensaures Natron.

§. 43.

Aus diesen Berechnungen folgt nun, dass zu 1000 Pfund Wasser 1,38 Pfund kohlensaures Natron gesetzt werden müssen, um den vorhandenen Gips und die schwefelsaure Bittererde in schwefelsaures Natron überzuführen. Es möchte übrigens nicht nöthig sein, auch die schwefelsaure Bittererde zu zersetzen, indem dieselbe in der Wirkung vom schwefelsauren Natron nicht sehr abweichen wird. Werden nach der Zersetzung des Wassers, und Trennung desselben vom abgeschiedenen kohlensauren Kalk, noch 1,77 Pfund doppelt kohlensaures Natron hinzugefügt, welche Quantität genau 1,263 Pfund neutralem entspricht, so erhält man ein Wasser, welches in seinen Wirkungen sicherlich dem Karlsbader an die Seite gestellt werden kann. Die Einrichtung kann mit Leichtigkeit so getroffen werden, dass das Wasser seine natürliche Wärme behält. Alle andern Bestandtheile bleiben in der Mischung, und ich hoffe, dass diese Nachahmung auch den Beifall der Aerzte erhält, welche im Allgemeinen der künstlichen Nachbildung von Mineralwassern nicht hold sind. Die Chemie verhält sich übrigens zu vielen Aerzten, wie das Gebetbuch zum Mephisto. Aber selbst *Harless*, *) der, wie bekannt, eine vollständige Nachbildung der Mineralwasser nicht für

*) a. a. O. S. 167.

möglich hält, sagt: „Wo zu einem natürlich vorhandenen „Mineralwasser der Zusatz nun einiger (zum Badener Wasser „ist nur eines nöthig) Salze erfordert wird, um dadurch „die möglichste Aehnlichkeit mit einem andern Mineral- „wasser, das man eben sucht, aber entbehrt, zu erhalten, „und wo Geschmach und Heilwirkungen (diess muss natür- „lich erst die Erfahrung zeigen) sich denen des gesuchten „analog verhalten, da ist eine Nachbildung wohl statthaft „und empfehlungswerth.“ Wird die angeführte Umänderung nach den angegebenen Verhältnissen ausgeführt, dann erhält das Badener Wasser in 1000 Theilen folgende Bestandtheile:

Schwefelsaures Natron . . .	2,20200	Theile.
Doppelt kohlensaures Natron .	1,84300	„
Chlornatrium	1,69856	„
Chlorkalium	0,09360	„
Chlormagnium	0,07375	„
Chlorcalcium	0,09362	„
Kohlensaurer Kalk	0,33954	„
Kohlensaurer Strontian . . .	0,00066	„
Fluorcalcium	0,00209	„
Bittererde	0,00992	„
Phosphorsaure Thonerde . . .	0,00086	„
Kieselerde	0,00996	„
	6,36756	Theile.

Ausserdem noch Lithon etc. Auch die Menge des Chlornatriums könnte auf Kosten des Chlormagniums vergrössert werden. Uebrigens möchte das Vorhandensein von schwefelsaurer und salzsaurer Bittererde dem Wasser eher zum Vortheil als zum Nachtheil gereichen, jedenfalls aber eine entsprechende Menge Glaubersalz und Kochsalz vollkommen ersetzen.

In den angestellten Berechnungen sind alle Salze chemisch rein und wasserfrei angenommen. Auf ähnliche Weise, wie sich der Karlsbader Sprudel nachbilden lässt, lassen sich auch andere Mineralquellen aus dem Badener Wasser darstellen. Man glaube jedoch nicht, dass mit dem blossen Auflösen des kohlensauren Natrons schon alles abgethan ist. Ich wünsche, dass die Behörde die gemachten Vorschläge einer Prüfung unterwerfe; finden dieselben Unterstützung, so werde ich sehr gerne, zur Realisirung derselben, so viel ich vermag, die Hand bieten. Dass aber die nachgebildeten Mineralwasser nur zum Trinken, und nicht zum Baden benutzt werden können, versteht sich von selbst.

II.

§. 44.

Aus dem Wasser steigen fortwährend Gasblasen in die Höhe. Das Gas, welches auf diese Weise zu Tage kommt, ist in seiner Mischung verschieden von demjenigen, welches das Wasser aufgelöst enthält.

Untersuchung des im Wasser aufgelösten Gases.

Bauhof fand in 1000 Gramm Wasser 3,33 C. Zoll Kohlensäure-, und Spuren von Schwefelwasserstoffgas. *Morell* berechnet die Menge Kohlensäure auf dieselbe Menge Wasser nur zu 0,22 C. Zoll. Es ist natürlich, dass das Wasser bei seiner hohen Temperatur nur sehr arm an gasförmigen Substanzen sein kann. Um die Menge derselben zu bestimmen, wurden:

A.

3866 Gramm Wasser aus der Staadhofquelle, bei + 12° gewogen, in einer gläsernen Flasche, welche ganz damit

angefüllt wurde und mit einer gleichfalls gefüllten Glasröhre versehen war, gekocht, und das Gas über Wasser aufgefangen.

Seine Menge betrug 80,46 Cubik Centimeter bei + 10° C. und 26″ 9‴ Barometerstand.

Das Gas wurde mit Kali geschüttelt, es wurden 16,5 Cubik Centimeter absorbirt. Von dem Rückstande wurden 49 Volumtheile mit 52 Volumtheilen Wasserstoffgas im Eudiometer gemischt. Das Gemisch konnte durch den elektrischen Funken nicht entzündet werden. Es wurden sodann noch 12 Volumtheile Sauerstoffgas, aus chlorsaurem Kali entwickelt, hinzugelassen, und dann verpufft.

Das ganze Gemenge betrug vor der Detonation 113 Volumtheile. Nach der Verpuffung blieben zurück 70 Volumtheile. Verschwunden sind also

$$113 - 70 = 43 \text{ Volumtheile}$$

$$\frac{43}{3} = 14{,}33 \quad \text{»} \quad \text{Sauerstoffgas.}$$

Werden hiervon die hinzugefügten 12 Volumtheile Sauerstoffgas abgezogen, so bleiben 2,33 Volumtheile Sauerstoffgas auf 49 Volumtheile Luft. Obige 80,46 Theile Gas enthalten demnach 3,00 Volumtheile Sauerstoffgas. Das Gas, welches nach dem Verpuffen zurückblieb, veränderte sein Volumen beim Schütteln mit Kali nicht.

3866 Gr. Wasser enthalten demnach:		1000 Gr.
Kohlensäuregas	16,50 C. C.	4,27 C. C.
Sauerstoffgas	3,00 »	0,77 »
Stickstoffgas	60,96 »	16,31 »
	80,46 C. C.	21,35 C. C.

Bei + 10° C. und 26″ 9‴ Barometerstand.

Ein zweiter Versuch mit derselben Menge Wasser lieferte das gleiche Resultat.

B.

3866 Gramm Wasser aus der Verenaquelle lieferten 83,80 Cubik Centimeter Gas bei + 10° C. und 26″ 9‴ Barometerstand.

Mit Kali geschüttelt, fand eine Volumnensverminderung von 18 C. C. Statt.

Von dem Rückstande wurden 60 Volumtheile mit 70 Volumtheilen Wasserstoffgas und 15 Volumtheilen Sauerstoffgas gemischt. Das Gemenge wurde durch den elektrischen Funken entzündet.

Das ganze Gasgemenge betrug vor der Entzündung 145 Volumtheile. Nach derselben blieben zurück 94 Volumtheile.

$$145 - 94 = 51 \text{ Volumtheile}$$

$$\frac{51}{3} = 17 \text{ » Sauerstoffgas.}$$

Werden von 17 V. Sauerstoffgas 15 Volumtheile abgezogen, so bleiben 2 Volumtheile Sauerstoffgas auf 60 Volumtheile Luft.

Das Gas, welches nach dem Verpuffen zurückblieb, veränderte sein Volumen beim Schütteln mit Kali nicht.

3866 Gramm Wasser aus der Verenaquelle enthalten also:		1000 Gr.
Kohlensäuregas	18,00 C. C.	4,65 C. C.
Sauerstoffgas	2,16 »	0,56 »
Stickstoffgas	63,64 »	16,49 »
	83,80 C. C.	21,70 C. C.

C.

3866 Gramm Wasser aus der Quelle im Bären lieferten beim Kochen 81,4 Cubik Centimeter Gas.

Durch Schütteln mit Kali verschwanden 17,5 Cubik Centimeter.

Vom Rückstande wurden 55 Volumtheile mit 60 Volumtheilen Wasserstoffgas und 20 Volumtheilen Sauerstoffgas vermischt, und durch den elektrischen Funken entzündet.

Vor der Verpuffung betrug das ganze Gasgemenge 135 Volumtheile. Nach der Verpuffung waren noch vorhanden 69 Volumtheile.

$$135 - 69 = 66 \text{ Volumtheile}$$

$$\frac{66}{3} = 22 \text{ » Sauerstoffgas.}$$

55 Volumtheile enthalten folglich 2 Volumtheile Sauerstoff.

3866 Gr. Wasser der Bärenquelle enthalten:		1000 Gr.
Kohlensäuregas	17,50 C. C.	4,52 C. C.
Sauerstoffgas	2,33 »	0,62 »
Stickstoffgas	61,57 »	15,92 »
	81,40 C. C.	21,06 C. C.

Bei + 12° C. und 26″ 9‴ Barometerstand.

§. 45.

Untersuchung der aus den Quellen aufsteigenden Gasblasen.

Das Gas, welches sich aus den Quellen stossweise entwickelt, und dem Wasser gleichsam das Ansehen fortwährenden Siedens giebt, ist schon mehrere Mal untersucht worden. Die erhaltenen Resultate werden verschieden angegeben. Vorzüglich hat sich *Gimbernat*, ein spanischer

Arzt und Gelehrter, mit diesem Gase beschäftigt, der, wie bekannt, eine lange Reihe von Jahren den gasförmigen Substanzen seine Aufmerksamkeit gewidmet, welche aus den warmen Quellen, besonders Schwefelbädern emporsteigen. Schon in den Jahren 1802—1803 glaubte er in den Schwefelbädern zu Aachen eine eigenthümliche Verbindung von Schwefel und Stickstoff statt Schwefelwasserstoff in dem Gase, welches aus der Quelle entweicht, annehmen zu können. Diese Idee schien er, trotz aller neuern Untersuchungen, wodurch die Unrichtigkeit einer solchen Annahme vollkommen erwiesen wurde, nicht aufgegeben zu haben. *Gimbernat* hielt sich in den Jahren 1822—24 und 25 in Baden auf, und seinen Ideen über die besondere medizinische Wirkung seines vermeintlichen Schwefelstickstoffs verdankt Baden zuerst die Einrichtung der Dampfbäder.

Gimbernat soll viele Untersuchungen mit dem Gase in Baden angestellt haben. Nach Allem, was ich darüber vernommen, bestanden sie hauptsächlich darin, dass er verschieden gebeizte Zeuge in dem Gase verschieden färbte. Solche Kunststücke sind ganz geeignet, die grosse Masse zum Erstaunen zu bringen; sie machen auf den Unkundigen einen grössern Eindruck, als alles wissenschaftliche, ihm unverständliche, Gerede, und ohne Zweifel waren sie es, durch welche *Gimbernat* seine Ideen über die Gasbäder in Ausführung gebracht sah. Nach dem zürcherischen Neujahrsgeschenke von 1828 S. 7. hat Herr von *Gimbernat* in Gegenwart des Stadtrathes von Baden Versuche angestellt, und durch, mit Metallsalzen gebeizte, Tücher nachgewiesen, dass im Wasser selbst von dem Schwefelgase sich nichts vorfindet; dagegen in den gas-

förmigen Substanzen, welche aus dem Wasser emporsteigen, der Schwefel durch Schwärzung der Metallsalze erkannt werde. In einer Zuschrift an den Stadtrath bemerkt er:

1) Dass der Schwefel in keiner Verbindung mit dem Thermalwasser stehe.
2) Dass derselbe aufgelöst in einem äusserst feinen flüchtigen Gase sich befinde.
3) Dass der grösste Theil der elastischen Flüssigkeiten, welche sich aus der Thermalquelle entwickeln, ein den Azot entsprechendes Gas sei, dem er den Namen thierischen Thermalstoff *(Zoogene thermal)* giebt.
4) Dass dieses Schwefelgas sich sehr schnell durch den Zutritt der atmosphärischen Luft zersetze.

Alles was *Gimbernat* von der Schwefelverbindung sagt, passt sehr gut auf Schwefelwasserstoff. Was er aber unter seinem *thierischen Thermalstoff*, als ein dem Azot entsprechendes Gas verstanden haben will, ist nicht ganz klar. Reinen Stickstoff scheint er nicht annehmen zu wollen. Bekanntlich hat er auch die eigenthümliche organische Materie, welche sich im Wasser vorfindet, *Zoogen* genannt. Auch bezeichnet man mit *Zoogen* den Stickstoff als solchen.

§. 46.

Ausser *Gimbernat* haben noch *Bauhof*, *Pfluger* und *Hüttenschmied* das Gas, welches aus dem Wasser emporsteigt, untersucht. Nach *Bauhof* enthält das Gas Kohlensäure, Stickstoff und Schwefelwasserstoff, was *Pfluger* und *Hüttenschmied* bestätigt haben. Die letztern fanden $1/3$ Kohlensäure und $2/3$ Stickstoff, nebst einer kleinen Menge Schwefelwasserstoff. Sauerstoffgas konnten sie nicht finden.

Im Neujahrsblatt von Zürich 1828 findet man S. 2. folgende Notiz: „Es hatte auf Veranlassung der schweizeri-„schen naturforschenden Gesellschaft eine vorläufige Prü-„fung des Thermalwassers zu Baden Statt, bei welcher „man die Erfahrung gemacht zu haben glaubt, dass „1 Theil Schwefelluft (Hydrothionsäure) und 3 Theile „Stickstoff (Azot) darin in Gasform vorhanden wären. „Diess Ergebniss wird noch einer nähern Prüfung unter-„worfen werden.“

§. 47.

Wie ich schon bemerkt habe, hatte man bei meiner Anwesenheit im Herbste 1835 die Gefälligkeit, im Staadhof die Quelle zu öffnen. Mit gleicher Bereitwilligkeit geschah diess auch mit der kleinen Quelle im Bären. Ich konnte daher das Gas unmittelbar aus der Quelle auffangen.

Untersuchung des Gases aus der Staadhofquelle.

a) Das Gas wurde in einem grossen gläsernen Kolben aufgefangen. Es war vollkommen farblos und besass einen schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff.

b) 245 Cubik Zoll Gas bei + 12° C. und 26'' 9''' Barometerstand gemessen, wurde mit salpetersaurem Silberoxyd geschüttelt. Es bildete sich ein so unbedeutender schwarzer Niederschlag, dass die Menge des Schwefels daraus nicht berechnet werden konnte.

c) 150 Volumtheile wurden gleich, nachdem das Gas aufgefangen war, mit Kalilauge geschüttelt. Es fand eine Volumensverminderung von 50 Volumtheilen Statt.

d) Die rückständigen 100 Volumtheile *c)* wurden im Laboratorium zu Zürich mit 30 Volumtheilen Wasserstoffgas gemischt; das Gemenge konnte durch den

elektrischen Funken nicht entzündet werden. Es wurden sodann noch 10 Volumtheile reines Sauerstoffgas zugesetzt und mit Platinschwamm die Verbindung bewerkstelligt. Es verschwanden 32 Volumtheile.

$$\frac{32}{3} = 10{,}66 \text{ Volumtheile}$$

$$10{,}66 - 10 = 0{,}66 \quad \text{»} \quad \text{Sauerstoffgas.}$$

150 Volumtheile enthalten demnach 0,66 Volumtheile Sauerstoffgas.

150 Volumtheile Gas der Staadhofquelle enthalten:

Kohlensäuregas . .	50,00	Volumtheile
Stickstoffgas	99,34	»
Sauerstoffgas . . .	00,66	»
	150,00	Volumtheile.

e) Bei einem andern Versuche verminderten sich 96 Volumtheile Gas durch Schütteln mit Kali auf 64 Volumtheile.

Der Rückstand wurde in einer graduirten Röhre mit Phosphor über Quecksilber in Berührung gebracht. Nach 24 Stunden hatte weder eine Volumensverminderung noch Vermehrung Statt gefunden. Da aber für den gebildeten Phosphordampf $^1/_{40}$ in Rechnung gebracht werden muss, so muss die Menge des Sauerstoffs gleich dem gebildeten Phosphordampf sein.

Im Mittel erhält man auf 100 Volumtheile Gas:

Kohlensäuregas . .	33,33	Volumtheile
Stickstoffgas	66,35	»
Sauerstoffgas . . .	00,32	»
	100,00	Volumtheile.

Untersuchung des Gases aus der Verenaquelle.

a) Das Gas in der Verenaquelle zeigte sich in seinen physikalischen Eigenschaften ganz gleich dem in der Staadhofquelle. Es hatte denselben schwach hepatischen Geruch.

b) 245 Cubik Zoll wurden mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd geschüttelt; die erhaltene Menge Schwefelsilber war so unbedeutend, dass eine Bestimmung des Schwefels nicht möglich war.

c) 150 Volumtheile wurden mit Kali geschüttelt. Es verschwanden 50 Volumtheile.

d) Von dem zurückgebliebenen Gase wurden 86 Volumtheile mit Phosphor in Berührung gebracht. Nach Statt gefundener Correction fand eine Volumensverminderung von 0,80 Volumtheilen Statt.

e) Von dem Gasrückstande *c)* wurden 50 Volumtheile mit 30 Volumtheilen Wasserstoffgas und 10 Volumtheilen Sauerstoffgas vermischt, und das Gemenge durch Platinschwamm entzündet.

Vor der Entzündung betrug das ganze Gasgemenge 90 Volumtheile. Nach derselben 59 Volumtheile.

$$90 - 59 = 31 \text{ Volumtheile}$$

$$\frac{31}{3} = 10{,}33 \text{ »}$$

$$10{,}66 - 10 = 0{,}33 \text{ » Sauerstoffgas.}$$

100 Volumtheile Gas würden demnach enthalten nach:

	c.	e.	
Kohlensäuregas	33,33	33,33	Volumtheile
Stickstoffgas	65,83	66,01	»
Sauerstoffgas	0,84	00,66	»
	100,00	100,00	Volumtheile.

Untersuchung des Gases aus der kleinen Quelle im Bären.

Die Untersuchung dieses Gases fand ganz auf gleiche Weise, wie bei dem Gase aus der Verena- und Staadhofquelle Statt. Die erhaltenen Resultate auf 100 Volumtheile Gas sind:

Kohlensäuregas . .	33,33	Volumtheile
Stickstoffgas	65,93	»
Sauerstoffgas . . .	00,74	»
	100,00	Volumtheile.

Das Vorkommen von Sauerstoffgas mit Schwefelwasserstoffgas in einem feuchten Gasgemenge ist höchst unwahrscheinlich, und aus diesem Grunde möchte ich vermuthen, dass die kleine Menge von Sauerstoff, welche in dem Gase aus den verschiedenen Quellen aufgefunden, von atmosphärischer Luft herrühre, welche nicht ganz abgehalten wurde.

§. 48.

Ueber die Menge des Gases und des Wassers, welche die verschiedenen Quellen liefern.

Bestimmungen dieser Art sind oft nur schwierig auszuführen, und gewöhnlich können die erhaltenen Resultate nur annäherungsweise richtig sein.

Ich habe in Verbindung mit Herrn Dr. *Münnich*, Badearzt in Baden, der mich überhaupt bei sämmtlichen Untersuchungen auf's freundschaftlichste unterstützte, die Menge des Gases bestimmt, welche in einem gewissen Zeitraume aus der Verenaquelle emporsteigt. Wir bedienten uns hierzu einer gläsernen Flasche, welche 245 Cubik-Zoll Inhalt hatte. Die Flasche wurde mittelst eines grossen Trichters so mit der Quelle in Berührung gebracht,

dass keine Blasen verloren gehen konnten. Wir waren aber doch nicht im Stande, die ganze Menge Gas aufzufangen; denn an entfernteren Orten fand noch Entwickelung einiger Gasblasen Statt.

Die Versuche wurden ungefähr 40 Minuten lang fortgesetzt, und durch eine Sekundenuhr genau die Zeit bestimmt, innerhalb welcher die Flasche mit Gas sich füllte.

Die Resultate, die wir erhielten, sind:

	Minuten.	Sekunden.
245 Cubik-Zoll Gas wurden erhalten *a* in	3	30
245 » » » » » *b* »	4	40
245 » » » » » *c* »	3	32
245 » » » » » *d* »	4	32
245 » » » » » *e* »	3	40
245 » » » » » *f* »	3	16
1470 Cubik-Zoll Gas wurden erhalten in	23	10

Folglich in jeder Minute 63,45 C. Zoll.

Diese Quantität ist aber, wie schon angegeben wurde, zu gering, und ich glaube sicher, nicht zu viel anzunehmen, wenn ich die Menge des Gases, welche noch an den übrigen Stellen hervorkömmt, zu 7,55 C. Zoll für die Minute berechne. Durch diese Annahme würde sich die Menge Gas, welche aus der Verenaquelle in einer Minute sich entwickelt, auf 70 C. Zoll vergrössern.

Ueber die Quantität des Wassers, welche die Badener Quellen liefern, äussert sich *Scheuchzer* in seiner Schrift über Baden S. 54: „Es ist Erstaunens-würdig die grosse „Menge Wassers, welche alltäglich aus denen Quellen in „die Bäder, und aus diesen wegfliesset in die Limmat, „und obenhin zu rechnen auf 463036 Badischer Stadt Maass „sich beläuft, welche viele Wassers 482 $\frac{26}{36}$ gemeine Pfund

„Salzes in sich hält. Man kann diess zwar nicht just aus-
„setzen, doch beruhet die Rechnung auf folgendem Grund.
„In Zeit von 24 Stunden fliesset in ein Bad, mittelmässiger
„Grösse, und wieder aus demselben hinweg ungefähr
„292688000 cubische Pariser Linien, deren 136583 eine
„Badische Maass, Stadt-Mäss geben. Dergleichen Bäder
„aber zähle ich überall 161:"

Staadhof .	19.	Hinterhof	28.	Bär .	11.	= 58.
Blum . .	8.	Ochsen .	12.	Rabe .	13.	= 33.
Sonnen .	13.	Verena .	20.	Freibad	30.	= 63.
Kleine Bäder	6.	Limmatquell	1.			= 7.
	46.	+	61.	+	54.	= 161.

Hierzu wäre noch die grosse Quelle in der Limmat zu rechnen, welche erst seit einigen Jahren benutzt wird.

§. 49.

Folgende Angaben über die Menge Wasser, welche die verschiedenen Quellen liefern, verdanke ich Herrn Dr. *Münnich*.

Die Wassermenge beträgt: Badener Maas.

Limmatquelle	88,00	in der Minute.
Heisser Stein mit Nebenquelle	118,00	» » »
St. Verenaquelle *)	44,00	» » »
Hinterhofquelle	56,00	» » »
Staadhofquelle, grössere . .	21,00	» » »
» » kleinere . .	00,75	» » »
Bärenquelle	4,50	» » »
Gemeinsame Quelle vom Bären und Sonne	38,00	» » »
	370,25	in der Minute.

*) laut älterer Messung.

Uebertrag:	370,25	
Ochsenquelle (ungefähr) . .	22,00	in der Minute.
Zwischen dem Bären und der Sonne eine noch unbenutzte	45,00	» » » ?
Kleine Bäder	45,00	» » » ?
	482,25	in der Minute.

Diess beträgt auf 24 Stunden 694440 Badische Maass.

Eine Badener Maass Wasser ist = 53 Unzen. Folglich beläuft sich die Menge Wasser in 24 Stunden auf 3,067110 medizinische Pfund.

Die Anzahl der Badehäuser, Bäder, Zimmer etc. ist gegenwärtig, wie folgt:

A. *Badehäuser.*

Grosse Bäder:

	Zimmer.	Bäder.	Dampfbäder.	Duschbäder, fallende,	steigende.
Bären .	48	24	1	3	1
Blume .	22	22	1	1	0
Freihof .	64	21	2	1	2
Hinterhof	97	40	2	2	2
Limmathof	70	47	2	1	2
Raaben .	40	26	1	2	1
Ochsen .	24	20	0	2	1
Schiff .	80	40	1	2	2
Sonne .	30	26	1	2	1
.aadhof	84	48	2	2	2
	559	314	13	18	14

Kleine Bäder:

	Zimmer.	Bäder.	Dampfbäder.	Duschbäder, fallende.
Engel	25	8	gemeinsam	1
Hirschen	27	10		1
Rebstock	22	8		0
Sternen	22	10		
	96	36		2

B. *Oeffentliche Bäder.*

Verenabad zu 100 Personen	} Raum.	
Freibad zu 60 »		

Dampfbäder sind 6 vorhanden.

Gasthäuser ohne eigenthümliche Bäder in Gross-Baden: Sternen, Halbmond, Löwen, 3 Eidgenossen, Rössli, Hörnli.

Ferner findet sich vor: die öffentliche Trinklaube, der öffentliche Trinkbrunnen, beide neu, bedeckt und grossartig angelegt, das Stadtarmenbad mit mehreren geräumigen Bädern, Dampfbädern, fallender und steigender Dusche.

§. 50.

Ueber das Verhältniss der festen Theile und der gasförmigen Substanzen zum Wasser.

Aus der mitgetheilten Analyse ergiebt sich, dass 1000 Pfund Wasser 4,3 Pfund feste Bestandtheile enthalten. Nun liefern die Badener Quellen 3,067110 medizinische Pfund Wasser in 24 Stunden. Diese enthalten 13188 Pfund feste Theile, was auf 1 Jahr berechnet die ungeheure Summe 4,713620 Pfund ausmacht. Von den festen Theilen beträgt die Menge des Chlornatriums (Kochsalz), welche in 24 Stunden zu Tage gefördert wird, 5214 Pfund, und die des schwefelsauren Kalks (Gips) 4294 Pfund, also jährlich beinahe 2 Millionen Pfund Kochsalz und über anderthalb Millionen Pfund Gips.

Die Menge des Gases, welches die Verenaquelle in jeder Minute liefert, beträgt ungefähr 70 Cubik-Zoll. Nun liefert dieselbe Quelle in gleicher Zeit 44 Badener Maass

Wasser. Nimmt man ein gleiches Verhältniss in allen Quellen an, so beträgt die Quantität Gas, welches aus sämmtlichen Quellen sich entwickelt, in jeder Minute 766 Cubik-Zoll oder 5,32 Cubik-Fuss, in 24 Stunden 7200 — und in einem Jahre über anderthalb Millionen Cubik-Fuss.

Auf 53 Unzen Wasser kommen 1,59 Cubik-Zoll Gas.

Die Menge Kohlensäure, welche sich täglich entwickelt, beträgt 2400 Cubik-Fuss und die des Stickstoffs 4800 Cubik-Fuss.

§. 51.

Ueber das Vorkommen des Schwefelwasserstoffs, und über den Schwefel, welcher sich über den Quellen vorfindet.

Aus den mitgetheilten Untersuchungen hat sich ergeben, dass im Wasser selbst kein Schwefelwasserstoff enthalten ist. Versuche, welche ich wiederholt nach einem Zeitraume von anderthalb Jahren (März 1837) in Baden vorgenommen, bestätigten meine früher (October 1835) angestellten. Ich habe das Wasser direkt aus den Quellen mit den empfindlichsten Reagentien geprüft, aber keine Spur Schwefelwasserstoff nachweisen können. Derselbe findet sich daher nun im Gase, welches aus dem Wasser entweicht. *) Jedoch ist die Quantität, welche in demselben vorkommt, wie sich aus den Untersuchungen ergeben, so gering, dass eine quantitative Bestimmung nicht möglich ist.

Dass sich Schwefel abscheidet, wenn feuchtes Schwefelwasserstoffgas mit Luft in Berührung kommt, ist eine

*) Aehnlich verhalten sich auch andere heisse Schwefelquellen, wie z. B. die Aachener.

bekannte Sache. Die Schwefelabscheidung in den Kanälen, in welchen das Wasser fliesst, wenn die Luft zugleich Zutritt hat, ist daher nicht schwer zu erklären. Interessanter hingegen ist das Vorkommen der grossen Menge Schwefel an solchen Stellen, wo nicht nachgewiesen werden kann, dass atmosphärische Luft mit dem Gasgemenge in Berührung komme. Als die Quelle im Staadhof geöffnet wurde, fand ich den Deckel unmittelbar über der Quelle mit den schönsten Schwefelblumen bedeckt, und es konnten sehr deutlich kleine Krystalle bemerkt werden. Die Quelle war fest verschlossen. Unmittelbar über derselben befindet sich ein gut schliessender Deckel, auf demselben befindet sich eine Lage Schutt, und auf diesem ist eine steinerne Platte fest aufgemauert. Von Aussen konnte daher keine Luft durch die Bedeckung dringen. Aus der Quelle fliesst das Wasser durch eine kleine Rinne in den 5—6 Fuss davon entfernten Sammler. Denselben Weg haben auch die sich entwickelten Gase zu nehmen. Das Wasser füllt die Rinne ganz aus. An ein Eindringen der Luft aus dem Sammler oberhalb der Quelle kann daher auch nicht gedacht werden, selbst dann nicht wohl, wenn das Wasser die Rinne nicht ganz einnimmt, wegen der fortwährenden Entwicklung von Gas, dessen Tension durch die höhere Temperatur des Wassers gesteigert ist. Ich glaube daher annehmen zu müssen, dass die grösste Menge Schwefelwasserstoff, welche *ursprünglich* im Gase enthalten ist, schon zersetzt wird, noch ehe Wasser und Gas zu Tage kommen, durch Einfluss von Sauerstoff, dass der abgeschiedene Schwefel zum Theil mechanisch mit fortgerissen wird, und sich beim Freiwerden des Gases an feste Substanzen sublimirt.

Gimbernat fand im Winter 1825, als die Granitplatte, welche die Quelle im Hinterhof 140 Jahre verschlossen hatte, aufgehoben wurde, dieselbe mit krystallisirten Schwefelblumen bedeckt, die getrocknet 14 ½ Pfund wogen, und als man im Frühjahr 1828 nach dem gewohnten Umlaufe von 10 Jahren die Hauptquelle öffnete, fanden *Bauhof*, *Pfluger* und *Opitz* sie mit einer Menge lockern, pulverigen Schwefels bedeckt, der sauer reagirte, und beim Destilliren eine kleine Menge Kohlen zurückliess. *) *Pfluger* giebt von der grossen Quelle folgende Beschreibung: **) „Sie „befindet sich in einem 11 ½ Fuss tiefen und 5 Fuss „Durchmesser haltenden, mit harten Steinen ausgemauerten „Behälter; der Deckstein ist etwa 1 Fuss von der Ober„fläche des Wassers entfernt.“ Die Quelle ist luftdicht verschlossen, und Luft könnte bloss durch den Abflusskanal, dem Laufe des Wassers und des Gases entgegen über die Quelle gelangen.

Die gleiche Beobachtung hat man auch an der Limmatquelle gemacht; auf deren Fassung wurde die grösste Vorsicht verwandt. Wo findet nun die Zersetzung des Schwefelwasserstoffs Statt? Wird eine Zersetzung durch den Sauerstoff der Luft unmittelbar über der Quelle als nicht annehmbar verworfen, so kann dieselbe nur im Innern der Erde vor sich gehen. Wie nun im Innern eine solche Zersetzung gedacht werden kann, soll später untersucht werden.

§. 52.

Untersuchung des Schwefels.

Ich habe mit dem Schwefel, welchen ich bei Eröffnung der Staadhofquelle gefunden, einige Versuche angestellt.

*) Rüsch Balneographie III. S. 76.
**) Kastner Archiv XIV. S. 384.

Er reagirt schwach sauer, und bei abgehaltener Luft destillirt, hinterlässt er einen höchst unbedeutenden, kaum 0,1 Procent betragenden kohligen Rückstand. Weder durch Oxydation mit Königswasser, noch durch Umwandlung in Chlorschwefel und Auflösen desselben in Wasser konnte einerseits durch schwefeligsaures Kali Selen, noch andererseits durch Schwefelwasserstoff Arsenik abgeschieden werden. Ist der Schwefel aus Schwefelwasserstoff abgeschieden worden, so ist eine Verunreinigung mit diesen Stoffen auch nicht denkbar; nur im Falle Selen und Arsenik als Wasserstoff-Verbindungen zugegen gewesen, und daher gleichzeitig durch Oxydation mit dem Schwefel abgeschieden worden wäre, hätte eine solche vorkommen können. Ich bemerke diess für diejenigen, welche sich sonst wundern könnten, dass ich nur eine solche Prüfung vorgenommen.

§. 53.

Ueber die Dampf-Gas-Bäder.

Die ampf- oder vielmehr Dampf-Gas-Bäder verdanken ihre Entstehung dem unermüdlichen Eifer *Gimbernats*. Seiner Thätigkeit gelang es, dieselbe zuerst in Verbindung mit der Verenaquelle und den Quellen im Staadhof und Hinterhof zu bringen, und gegenwärtig findet man, wie aus der mitgetheilten Uebersicht hervorgeht, fast in allen Badhäusern Gasbäder; ja einige, wie Staadhof, Freihof und Hinterhof, haben sogar zwei. *Gimbernat*, von der Idee ausgehend, dass in den Thermalquellen nicht die fixen Bestandtheile, die Salze, das eigentlich Wahre und einzig Heilsame seien, sondern dass die flüchtigen Principien, die mit Gas gemischten Dämpfe,

welche man für Nichts achte, weitaus das Kräftigste enthielten, indem durch die inhalirenden Hautöffnungen die feinen Gasen eingezogen werden können, die exhalirenden aber, oder die ausschwitzenden, in vermehrte Thätigkeit gesetzt, die dem Organismus fremdartigen krankhaften Stoffe ausscheiden müssen, die Gasarten überhaupt das Freiere und Feinere der Thermalquellen ausmachen, und diese daher vorzüglich zu benutzen seien — liess die eigenthümlichen Dampfkästen entweder unmittelbar über der Quelle, oder in der Nähe derselben so anbringen, dass sich in diesen Kästen die gasförmigen Theile besonders ansammeln mussten. Die Einrichtung in den Dampfbädern ist gewöhnlich von der Art, dass die Gasarten in dem Dampfkasten durch Oeffnungen, welche im Boden desselben angebracht sind, in die Höhe steigen, während das Wasser durch Nebenröhren in die Badekästen geleitet wird. Der Dampfkasten befindet sich in einem Zimmer, welches zum Aus- und Ankleiden dient, und immer eine Temperatur von 26—28° C. zeigt. Der Kasten hat Manneshöhe, und wird mit einer Thüre verschlossen. Im Innern ist eine Bank angebracht. Die Thüre ist mit einem Fenster versehen, welches geöffnet umd geschlossen werden kann. In diesem Kasten verweilt der Kranke nach Verordnung des Arztes ½—1 Stunde. Es sind daher diese Dampfbäder, wie sie genannt werden, eigentliche Gasbäder, und ausser der Absorption des Gases durch die Haut, ist besonders das Einathmen einer, von der Atmosphäre in der Mischung abweichenden Luft zu beachten. Diese Dampf-Gas-Bäder sind nicht zu verwechseln mit den *eigentlichen* Schweissbädern der Alten, welche jetzt noch bei den Russen im Gebrauch sind, und daher auch russische Bäder genannt werden.

§. 54.

Von der, in den Dampf-Gas-Bädern, vorkommenden Luft.

Die Gase, welche sich aus den Quellen entwickeln, sind, mit Ausnahme der kleinen Menge Sauerstoff, welche aber wahrscheinlich nur zufällig bei den Untersuchungen gefunden wurde, zum Leben untauglich. Das *Schwefelwasserstoffgas* ist in seinem reinen Zustande höchst giftig; allein eingeathmet tödtet es augenblicklich. Im verdünnten Zustande ist die Wirkung schwächer, die Luft in einem Zimmer kann so viel von dem Gase enthalten, dass sie sehr unangenehm riecht, ohne eine schädliche Wirkung zu äussern; aber in grösserer Menge, auch mit Luft eingeathmet, bewirkt es sehr schnell den Tod. *Thenard* giebt an, dass Vögel in einer Luft sogleich sterben, welche nicht mehr als $^1/_{1500}$ ihres Volumens Schwefelwasserstoffgas enthält, und ebenso ein Hund, wenn in der Luft $^1/_8$ Procent davon vorkommt. Man sieht hieraus, dass an Schnelligkeit der Wirkung dieses Gas der Blausäure nicht nachsteht.

Ueber die Art der Wirkung dieses Gases scheinen die Aerzte nicht einer Meinung zu sein. Nach einigen soll das Gas ähnlich den narcotischen Giften, und namentlich der Blausäure wirken, nach andern soll es Entzündung in der Luftröhre und der Lunge verursachen, nach einer dritten Ansicht wird es für das grösste entsäuernde Mittel gehalten.

Es ist interessant zu beobachten, wie sämmtliche unorganische Wasserstoffverbindungen, welche ihren Wasserstoff nun lose gebunden, und denselben leicht an Sauerstoff abtreten, so heftig und plötzlich wirkende Gifte sind, so Tellurwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Selenwasserstoff;

während andere, in welchen der Wasserstoff mit grosser Affinität gebunden ist, wie Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff zwar rein eingeathmet, ebenfalls heftig wirken, aber nur eine ätzende, und im verdünntern Zustande eine rein entzündliche Wirkung äussern. Betrachtet man die Radicale der verschiedenen Wasserstoffverbindungen, so sieht man sogleich, dass die der letztern die der erstern Wasserstoffverbindungen durch ihre schädliche Wirkung auf den Organismus bei weitem übertreffen. Man vergleiche nur Chlor und Schwefel. Betrachtet man den Wasserstoff für einen rein basischen Körper, so folgt aus dieser Annahme, dass er nur mit denjenigen Körpern stark saure Verbindungen bilden kann, in welchen die sauren Eigenschaften bei weitem überwiegend sind über die basischen des Wasserstoffs. Dass solche sauren Körper sich auch besonders durch ihre Verwandtschaft zum Wasserstoff auszeichnen werden, ergibt sich von selbst. In diesen Verbindungen bleibt also das Radical vorherrschend. Die Salzsäure erscheint als eine sehr starke Säure, weil das Chlor den Wasserstoff übersättigt. Die Wirkung der Chlorwasserstoffsäure auf den Organismus muss folglich ähnlich der des Chlors sein. Die Wirkung wird also bedingt durch das Radical.

Anders verhält es sich mit den Wasserstoffverbindungen, welche den Wasserstoff nun sehr schwach gebunden halten, und denselben unter günstigen Umständen sehr leicht abgeben. Die Wirkung dieser besteht in ihrer Zersetzung bedingt durch Sauerstoffaufnahme. Es ist bekannt, dass Schwefelwasserstoff mit feuchter Luft zusammengebracht, sehr schnell zerlegt wird. Es bildet sich Wasser, der Schwefel wird theils abgeschieden, theils

auch, je nach der Umgebung, in Schweflige- oder Schwefelsäure oxydirt. Eine ähnliche Zerlegung findet auch Statt, wenn Schwefelwasserstoff mit Sauerstoffsäuren zusammengebracht wird. Möchte daher die schnelle schädliche Wirkung dieser Klasse von Wasserstoffverbindungen, besonders beim Einathmen, nicht darin bestehen, dass sie augenblicklich den Sauerstoff, welcher in der Lunge vorkommt, aufnehmen, Wasser bilden, das Radical abscheiden, und dadurch die Bildung des arteriellen Blutes unmöglich machen? Die Schnelligkeit der Wirkung wird dann bedingt sein von der Quantität des Gases, welches in die Lunge gelangt. Reicht der Wasserstoff hin, um allen vorhandenen Sauerstoff zu oxydiren, so muss der Tod augenblicklich erfolgen. Je mehr Luft hingegen zugleich mit dem Schwefelwasserstoff eingeathmet wird, desto weniger wird eine schädliche Wirkung zu beobachten sein. Auch kann man sich denken, dass der Schwefelwasserstoff zugleich zersetzend auf das arterielle, sauerstoffreiche Blut einwirkt.

Aus dieser rein chemischen Erklärung würde sich nun von selbst ergeben, dass die Wirkung der Schwefelleber (Schwefelkalium) sich ähnlich des Schwefelwasserstoffs verhalten müsse. Dieser Körper gehört bekanntlich zu denen, welche mit der grössten Begierde Sauerstoff aufnehmen. Das Kalium in der Schwefelleber vertritt den Wasserstoff in dem Schwefelwasserstoff; da das erstere aber in seinen basischen Eigenschaften den Wasserstoff bei weitem übertrifft, so darf die kaustische Wirkung der Hepar nicht übersehen werden. Aus der Erklärung folgt ferner, dass die Wirkung des Schwefelwasserstoffs auf den thierischen Organismus nicht in Hervorbringung einer

Lungenentzündung bestehen kann, im Gegentheil muss er als ein der Entzündung entgegenwirkendes Mittel, wenn er in sehr geringen Dosen angewandt wird, angesehen werden.

Obgleich in der Blausäure auch keine grosse Verwandtschaft zwischen Cyan und Wasserstoff angenommen werden kann, so ist doch bekannt, dass die Blausäure nicht unter ähnlichen Umständen, wie der Schwefelwasserstoff, durch den Sauerstoff zersetzt wird. Man kann Blausäure lange aufbewahren in lufthaltigen Gefässen, man erhält kein Cyan und Wasser. Zerlegt sich die Blausäure, so treten die Bestandtheile derselben in neue Verbindungen. Die Blausäure ist in ihrer Wirkung auf den Organismus als eine organische Substanz, ähnlich den organischen Basen, zu betrachten, sie wirkt rein dynamisch, nicht chemisch.

Die Gase, welche neben dem Schwefelwasserstoff noch in dem Gasgemenge vorkommen, sind Kohlensäure und Stickstoffgas.

Rein eingeathmet ist auch das *Kohlensäuregas* tödtlich; es tödtet jedoch nicht so schnell als Schwefelwasserstoffgas, sondern bringt eine Asphyxie hervor, die, wenn bald reine Luft eingeathmet wird, wieder gehoben werden kann. Die Luft kann $^{1}/_{20}$ Kohlensäuregas enthalten, ohne schädlich zu werden.

Dass das *Stickstoffgas* zum Athmen nicht tauglich ist, ist bekannt. Es ist aber nicht positiv giftig. Ein Thier stirbt im Stickstoffgas nicht wegen der Schädlichkeit desselben, sondern wegen Mangel an Sauerstoff. Thiere, welche im Stickstoffgas sterben, zeigen keine Veränderung im arteriellen Blute.

§. 55.

Aus dem, was über die Eigenschaften der Gase, welche aus der Quelle emporsteigen, gesagt wurde, ergiebt sich, dass sie rein eingeathmet, tödtliche Wirkungen hervorbringen. Der Schwefelwasserstoff ist jedoch nicht in sehr grosser Menge vorhanden, und wird wahrscheinlich sehr schnell durch den vorhandenen Sauerstoff der Luft zersetzt; mehr kommen daher Kohlensäure und Stickstoffgas in Betracht. Dass eine Luft, welche von diesen Gasen mehr oder weniger beigemengt enthält, sich beim Einathmen verschieden von gewöhnlicher Luft verhalten muss, versteht sich von selbst. Durch eine vollkommen luftdichte, lange dauernde Verschliessung der Dampfkästen kann die Luft in denselben zum Athmen untauglich werden, wesshalb eine solche unter keinen Umständen statthaft wäre. Durch eine temporäre Unterbrechung in dem Zuleiten des Gases in den Dampfkasten, und durch öfteres Oeffnen desselben, findet ein Zuströmen der äussern Luft in denselben Statt, so wie auch durch die Fuge des Kastens selbst, so dass sich nicht leicht der Fall einer nachtheiligen oder gar tödtlichen Wirkung ereignen kann. Immerhin haben die Badärzte diesem Gegenstand fortwährend ihre Aufmerksamkeit zu widmen. Es ist begreiflich, dass diese Gasbäder, die auch noch künstlich verändert werden können, in vielen Fällen ganz ausgezeichnete Wirkungen hervorbringen müssen, was auch durch viele Erfahrungen bestätigt wird. Ausgezeichnet haben sie sich bei chronisch-entzündlichem Zustande der Schleimhaut der Luftwege; gleich vortrefflich werden sie in allen Fällen wirken, wo eine sauerstoffarme Atmosphäre einzuathmen für zweckmässig gefunden wird.

Diese Gasdampfbäder gehören unstreitig zu den wichtigsten Einrichtungen, welche in Baden Statt gefunden, und *Gimbernat* hat sich durch ihre Einführung ein bleibendes Denkmal für die leidende Menschheit gestiftet. Der starke Schweiss, in welchen alle diejenigen, welche das Gasbad gebrauchten, gerathen sein wollen, beruht jedoch sicher auf einer Täuschung. Die Luft im Kasten hat gewöhnlich eine Temperatur von 33—35° C. Ausser den Gasarten steigt in denselben noch Wasserdampf. Dieser letztere wird durch die umgebende kältere äussere Luft fortwährend verdichtet, das Wasser schlägt sich natürlich auf den ganzen Körper fortdauernd so stark nieder, dass dasselbe so zu sagen an demselben herunterläuft. Dieses condensirte Wasser nimmt man für Schweiss. Eine Luft, welche mit Wasserdampf gesättigt, und in welcher sich auch fortwährend derselbe verdichtet, möchte überhaupt der Schweiss-Hervorbringung nicht günstig sein. Der Hauptunterschied zwischen diesen Gas-Dampf-Bädern und den eigentlichen russischen Bädern besteht darin, dass in den letztern der Mensch in einem trocknen Raume sich befindet, und durch künstliche Hitze zum Schweiss gebracht wird, während man in den erstern in einer mit Wassergas ganz gesättigten, ja so zu sagen übersättigten Atmosphäre sich befindet.

§. 56.

Untersuchung der Luft in dem Gas-Dampf-Bad.

Es schien mir interessant die Luft zu untersuchen, welche im Dampfbad enthalten ist, nachdem der Kasten ¾ Stunden fest verschlossen war. Um nicht der äussern Luft durch Oeffnen des Kastens den Zutritt zu gestatten,

verweilte ich selbst während dieser Zeit im Kasten. Die Temperatur in demselben betrug 35° C. Die Temperatur in der Vorkammer zeigte 24° C. Die Lufttemperatur im Freien war nur 3° C. Die Wirkungen, welche ich an mir beobachtete, waren folgende: Gleich anfangs fühlte ich starke Beklemmung. Ich konnte nur mit Anstrengung athmen. Nach 12—15 Minuten ging der Athmungsprozess leichter von Statten. Nach 20—25 Minuten stellte sich eine brennende Wärme ein, ich bemerkte Eingenommenheit des Kopfes, Müdigkeit, Erschlaffung der Muskeln; während der ganzen Zeit meines Aufenthaltes konnte ich kein Wohlbehagen verspüren, und war herzlich froh, nach $^3/_4$ Stunden meiner Einkerkerung entlassen zu sein. Natürlich war ich ganz durchnässt; ich war aber auch zugleich fest überzeugt, dass ich keinen Tropfen Schweiss verloren. — Die Luft zur Untersuchung wurde, kurz vor dem Herausgehen aus dem Kasten, in Flaschen gesammelt, welche mit Wasser gefüllt waren, und die Untersuchung sogleich begonnen.

a) Salpetersaures Silberoxyd, damit geschüttelt, wurde nur höchst unbedeutend geschwärzt.

b) 125 Volumtheile wurden mit aufgelöstem Kali geschüttelt. Es fand eine Volumensverminderung von 17 Volumtheilen Statt.

c) Der Rückstand *b)* bestehend aus 108 Volumtheilen wurde mit 50 Volumtheilen Wasserstoffgas vermischt, und das Gemenge mit Platinschwamm verbrannt. Die 108 Volumtheile verminderten sich dadurch auf 56 Volumtheile.

$108 - 56 = 42$ Volumtheile

$\frac{42}{3} = 14$ » Sauerstoffgas.

d) Das nach dem Verpuffen *e)* Zurückgebliebene wurde durch Schütteln mit Kalilauge in seinem Volumen nicht verringert.

100 Volumtheile Luft im Dampfkasten bestanden daher aus:

Kohlensäuregas	13,76
Sauerstoffgas	11,40
Stickstoffgas	74,84
	100,00

oder aus:

Atmosphärischer Luft	54,20
Kohlensäuregas	13,76
Stickstoffgas	32,04
	100,00 Volumtheile.

Hiezu kommt nun noch im Gaskasten der Wasserdampf, dessen Spannung bei 35° C. und bei 757 Millimeter Druck 40,404 Millimeter beträgt. 100 Volumtheile Luft enthalten daher bei + 35° C. 5,35 Volumtheile Wasserdampf.

Statt sich in den Gaskästen selbst aufzuhalten, möchte in manchen Fällen schon der Aufenthalt in den Vorkammern von dem grössten Nutzen in manchen Krankheiten sein.

Zum Schlusse dieses Abschnittes möchte es nicht unpassend erscheinen, auf einen Irrthum aufmerksam zu machen, der sowohl im Publikum als auch selbst bei Aerzten sehr häufig angetroffen wird, nämlich auf die Verwechslung der künstlichen, durch Verbrennen von Schwefel erzeugten Schwefelbäder mit den natürlichen, Schwefelwasserstoff haltigen. So heisst es, um ein Beispiel anzugeben, in dem Neujahrsgeschenke von Zürich 1829. S. 3. bei Gelegenheit der Gasbäder von Baden: „Die Dämpfe und das Gas wirken entschieden stärker

„und kraftvoller, als die blossen warmen Thermalbäder.
„Die Meisten, welche ein Mal Gasbäder genommen haben,
„kehrten gerne wieder in den Badkasten zurück. Eben so
„haben viele Kranke, welche die *künstlichen Schwefelbäder*
„in den Spitälern zu Bern und Königsfelden gebraucht
„haben, diese natürlichen *Schwefel-Dampf-Gas-Bäder* weit
„vorzüglicher gefunden; denn bei diesen sind die aufstei-
„genden Dämpfe bei weitem nicht so heiss, als die durch
„*Verbrennen des Schwefels* künstlich hervorgebrachten. Die
„Hitze des Dampfkastens über dem Verenabad steigt nur
„auf 27° R., während die Temperatur in den Dampfbädern,
„wo man Schwefel verbrennt, wenigstens auf 50° R. steigt.
„Es kommt aber noch ein zweiter Vortheil in Betracht,
„welcher darin besteht, dass man in den Gasbädern ohne
„die geringste Gefahr oder Unbequemlichkeit das Schwe-
„felgas der Thermalquellen einathmen kann, was bei den
„künstlichen nicht der Fall ist.“ Die künstlichen, durch
Verbrennung des Schwefels erzeugten, aus schwefliger
Säure bestehenden, Schwefelbäder sind sowohl in chemi-
scher als medizinischer Hinsicht so sehr verschieden von
den natürlichen, dass eine Parallele zwischen beiden gar
nicht gezogen werden kann. Der Unterschied ist ungefähr
so gross, wie der zwischen Feuer und Wasser.

III.

§. 57.

Ueber die Temperatur des Wassers.

Die Temperatur der warmen Quellen wird von ver-
schiedenen Beobachtern verschieden angegeben. Nicht
allein die verschiedenen Quellen sollen in der Temperatur
abweichen, sondern auch die natürliche Wärme ein

und derselben Quelle wird verschieden angegeben. Der Grund dieser Abweichungen liegt sicherlich grösstentheils in den verschiedenen Instrumenten, mit welchen die Beobachtungen angestellt wurden. Wem bekannt ist, wie selten bei Verfertigung der gewöhnlichen Thermometer auf alle in Betracht kommende Bedingungen Rücksicht genommen wird, wie oberflächlich bei Bestimmung der fixen Punkte, und bei der Graduirung meistentheils verfahren wird, wer ferner weiss, dass selbst ein und derselbe Thermometer in gewissen Zeitabschnitten verschiedene Resultate geben kann, wird sich über solche verschiedene Angaben nicht wundern, und wird gewiss die Ursache der Verschiedenheit mehr in den Instrumenten, als in einer Temperatur-Veränderung des Wassers suchen.

Nach *Dorer* ist die Temperatur

der Quelle des Hinterhofes . . .	126°	Fahrenheit.
» Verenaquelle	127°	»
» Quelle des vordern heissen Steins	125°	»
» » der kleinen Bäder . .	115°	»

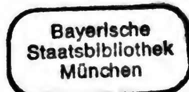
Nach Doktor *Zwingli* und *Hess* *) hat die Quelle unter dem heissen Stein, die unter dem kleinen daneben, die Verenaquelle und die auf dem rechten Limmatufer eine Temperatur von 38° R.

Bauhof und *Pfluger* **) fanden die Temperatur der verschiedenen Quellen, wie folgt:

Die Lufttemperatur war 4° R.

Die Hauptquelle beim Sternen zeigte .	38 ½° R.
Die Hinterhofquelle	38 ½° »

*) Dessen Badefahrt. S. 76.
**) Rüsch Balneographie III. S. 78.



Die Quelle vor dem Staadhof . . .	38°	R.
Das Kesselbad beim Staadhof	38°	»
Der Wälderhut beim Bären	38°	»
Der Trinkbrunnen	38°	»
Die Quelle beim Ochsen	37°	»
Die Verenaquelle	36°	»
Die Limmatquelle	35½°	»
Die kleine Quelle beim Bären . . .	35°	»
Die kleinen hintern Quellen des Staadhofs	31°	»

Im Herbst 1835 fand ich die Temperatur der verschiedenen Quellen, bei + 3° R. Lufttemperatur, höher, als meine Vorgänger. Die Temperatur der kleinen Quelle im Bären, der Quelle im Staadhof und der Verenaquelle wurde in der Quelle selbst bestimmt. Die erhaltenen Resultate gebe ich zur leichteren Vergleichung gleichfalls nach Reaumur an. Die Temperatur:

Der Staadhofquelle	40,8°	R.
Der kleinen Quelle im Bären	40,8°	»
Der Verenaquelle	38,9°	»
Der Quelle unter dem heissen Stein im Staadhof	39,5°	»
» » » » » » » Brünneli	39,5°	»
» » » » » » im Schröpfbad	39,5°	»
Der Limmatquelle im Staadhof	39,4°	»
» » » Freihof	39,4°	»
Der Quelle im Hinterhof	40,6°	»
» » der kleinen Bäder	39,5°	»

Die Bestimmung geschah zu verschiedenen Zeiten des Tags; die Wärme wurde immer gleich gefunden. Anderthalb Jahre später (im Frühjahr 1837) bestimmte ich die Temperatur abermals, und zwar mit demselben Instrumente, welches früher zu gleichem Zweck gedient. Ich fand

die Temperatur im Durchschnitt 1° R. niedriger. Allgemein jedoch will man einen grössern Wasserzufluss beobachtet haben. Ob nun die gefundene niedrigere Temperatur von der grössern Wassermasse herrührt, oder ob überhaupt zu verschiedenen Jahreszeiten eine Aenderung in der Temperatur Statt findet, kann nur durch wiederholte Beobachtungen ausgemittelt werden. Vor der Hand bin ich geneigt, die Ursache der Verschiedenheit im Thermometer zu suchen. Nach anderthalb Jahren konnte sich die Kugel leicht so weit ausgedehnt haben, dass eine solche Abweichung eintreten konnte.

So oft in der Quelle eine stürmische Entwicklung der Gasblasen Statt fand, glaubte ich ein Steigen des Thermometers zu beobachten. Als ich den Arm tief in die Quelle hielt, konnte ich bei geschlossenen Augen jedes Mal durch das wärmere Gefühl bestimmen, wenn die Gas-Exhalation Statt fand. Jedoch ist Täuschung sehr leicht möglich. Es möchte schwer zu erklären sein, wie die Gasblasen, welche sich durch das Wasser hindurchdrängen, nicht die gleiche Temperatur mit dem Wasser zeigen können.

Die niedrige Temperatur, welche in der Verenaquelle allgemein beobachtet wurde, möchte nur scheinbar sein. Das Wasser der Verenaquelle sammelt sich, so wie es aus der Quelle kommt, in einem grossen, nur zum Theil bedeckten Behälter an. Die Quelle selbst mündet mitten in dem Behälter. Der Stand des Wassers in demselben beträgt in der Regel 3—4 Fuss, und hat je nach der Lufttemperatur eine Wärme von 20—26° R. Hält man nun durch diesen Wasserspiegel das Thermometer in die

Quelle, so ist natürlich, dass auch beim schnellsten Heraufziehen eine Abkühlung Statt finden, und das Quecksilber zum Sinken gebracht werden muss. Bis sich nun noch das Auge in eine Ebene mit dem Stand des Quecksilbers gesetzt hat, kann die Temperatur leicht um 3—4° R. gesunken sein.

Lässt man das Wasser aus dem Behälter ablaufen, so ist doch eine richtige Bestimmung mit Schwierigkeiten verbunden, weil das Instrument, um es horizontal legen zu können, unter den Boden des Behälters versenkt werden muss. Der Stand des Quecksilbers lässt sich dann nicht wohl beobachten, weil das Licht von Luft und Wasser verschieden gebrochen wird. Bei Versuchen, welche, wie eben angegeben, angestellt wurden, konnte ich doch so viel mit Bestimmtheit beobachten, dass eine grosse Verschiedenheit in der Temperatur zwischen der Verenaquelle und den übrigen nicht Statt findet.

Da der Freihof am weitesten von der Limmatquelle entfernt ist, das Wasser aber bis zu demselben einen langen Lauf zu machen hat, so folgt von selbst, dass im Limmathof, und in den übrigen Badhäusern, welche ihr Wasser gleichfalls von der Limmatquelle erhalten, die Temperatur des Wassers nicht geringer als im Freihof sein kann.

§. 58.

Da ich §. 31. die festen Bestandtheile des Badener Wassers mit den von andern Thermen verglichen habe, so will ich auch eine ähnliche Zusammenstellung in Beziehung auf die Wärme folgen lassen. Ich habe die Angaben aus *Osanns* „Heilquellen der vorzüglichsten Länder Europa's“

entlehnt. *Osann* befolgt die von *Wetzler* angenommene Classifikation. Er theilt nämlich alle Heilquellen nach Verschiedenheit ihrer Temperatur in:

1) kalte von 0—15° R.
2) kühle » 15—20° »
3) laue » 20—25° »
4) warme » 25—30° »
5) heisse » 30—80° »

Die Quellen von Baden müssen also zu den heissen gezählt werden. Es haben:

Die Mineralquellen	zu	Warmbrun	30°	R.
»	»	» Bormio	32°	»
»	»	» St. Gervais in Savoyen	35°	»
»	»	» Mont d'Or . .	36—33°	»
»	»	» Töplitz in Steiermark	36°	»
»	»	» Vichy	36—27°	»
»	»	» Aix in Savoyen	36—34°	»
»	»	» Teplitz in Böhmen .	39½°	»
»	»	» Ems in Nassau . . .	40°	»
»	»	» Gastein	40°	»
»	»	» Bareges	40°	»
»	»	» Leuk	40½°	»
»	»	» Neris in Frankreich .	42°	»
»	»	» Bains » » .	42°	»
»	»	» Aachen . . .	37—46°	»
»	»	» Ofen in Ungarn . .	51°	»
»	»	» Baden im Grossh. Bad.	44—54°	»
»	»	» Wiessbaden in Nassau	37—56°	»
»	»	» Karlsbad in Böhmen	40—59°	»
»	»	auf Ischia	60°	»
»	»	zu Burtscheid . . .	35—62°	»
»	»	» Chaudes Aigues . . .	70½°	»
Der Geyser auf Island		. . . .	80°	»

§. 59.

Ueber das Abkühlen des Badwassers und Untersuchung der in Baden vorkommenden kalten Quellen.

Das Wasser, wie es aus den Quellen kommt, ist zu warm, um sogleich zum Baden benutzt werden zu können. Die Abkühlung in den Badbehältern geht sehr langsam von Statten, besonders im Sommer; theils wegen der hohen Lufttemperatur, theils weil die Luft im Badzimmer immer mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Die Badwirthe sind daher oft in sehr grosser Verlegenheit, wenn die Anzahl der Curgäste gross ist, und einige Mal im Tage frische Bäder bereitet werden sollen. Besondere Abkühlungsapparate, z. B. in Gestalt der Kühlschiffe der Bierbrauer, an einem luftigen, nur von Oben bedeckten Raume angebracht, aus welchen das Wasser in die Bäder geleitet, sind nicht im Gebrauch, und die liebe alte Gewohnheit, verbunden mit Vorurtheilen, haben bis jetzt dieser so nahe liegenden Idee keinen Eingang gestattet. Wie leicht wäre nicht in jedem Badhaus, bei der grossen Räumlichkeit der meisten, eine Einrichtung dieser Art zu treffen. Man würde das Wasser aus der Quelle in den Abkühler leiten, und zuvor durch eine ganz einfache Einrichtung die gasförmigen Körper in das Gasbad treten lassen. Es wäre am besten, das Wasser im Abkühler so kalt als möglich werden zu lassen, und in dem Bade wieder mit frischem warmem zu vermischen. Das Verenabad ist in der That auf ähnliche Art eingerichtet. Die Quelle mündet in einen grossen, nur zum Theil bedeckten Behälter. Die Abkühlung in demselben ist so stark, dass, trotz des fortwährenden Zuströmens von heissem Wasser, die Badwärme sich ziemlich gleich bleibt.

Ausser den heissen Quellen kommen an verschiedenen Orten auch kalte zum Vorschein; eine solche findet sich im Bären und im Limmathof. Die erstere liefert in der Minute 1, die andere 8 Maass Wasser. Die Temperatur der Quelle im Bären fand ich + 17° R. im Frühjahr 1837. Das Wasser dieser Quelle ist vollkommen klar und durchsichtig, besitzt einen salzigen Geschmack und bei 10° R. ein spezifisches Gewicht von 1,0037.

Ich habe das Wasser vom Bären einer Analyse unterworfen, und folgende Resultate erhalten:

a) 1 Liter Wasser wurde mit Salpetersäure angesäuert, und mit salpetersaurem Baryt gefällt. Der Niederschlag getrocknet und geglüht wog 3,769 Gramm.

b) Die vom schwefelsauren Baryt *a)* abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt. Das erhaltene Chlorsilber wog 4,53 Gramm.

c) 1 Liter Wasser wurde mit Salmiak vermischt und mit kleesaurem Ammoniak der Kalk gefällt. Es wurden 1,356 Gramm kohlensaurer Kalk erhalten.

d) Die vom kleesauren Kalk getrennte Flüssigkeit *c)* wurde mit kohlensausaurem Kali gekocht, bis das Ammoniaksalz vollkommen zersetzt war. Es wurden 0,170 Gramm Bittererde erhalten.

3,769	Gr.	schwefels. Baryt	= 1,295	Gr.	Schwefelsäure.
4,530	»	Chlorsilber	= 1,194	»	Chlor
1,356	»	kohlens. Kalk	= 0,783	»	Kalk.

Vergleichen wir die Resultate mit denen §. 11. erhaltenen, so finden wir die auffallendsten Uebereinstimmungen, so dass nicht daran gezweifelt werden kann, dass diese Quelle nicht gleichen Ursprung mit den heissen habe. Zum Abkühlen des heissen Wassers passt sie daher ganz

vortrefflich, und es wäre zu wünschen, dass sich in jedem Badehause eine solche kalte Quelle vorfände. Dass sie jedoch nur nach Statt gefundener Untersuchung angewendet werden dürfen, versteht sich von selbst. Ob das Wasser im Limmathof die gleiche Zusammensetzung, wie das im Bären hat, kann ich nicht behaupten, weil ich ersteres keiner Prüfung unterworfen habe.

§. 60.

Ueber die grössere Wärmecapacität des Thermalwassers.

Dass den warmen Quellen zu Baden die merkwürdige Eigenschaft zugeschrieben wird, die Wärme langsamer an ein kaltes Medium abzugeben, als gewöhnliches, bis auf denselben Grad erwärmtes Wasser, in welchem die im Thermalwasser vorkommenden Salze aufgelöst sind, kann nicht auffallen, da wohl keine natürliche warme Quelle vorkommen mag, von der nicht das Gleiche behauptet wird. Die Veranlassung zu dieser allgemein verbreitenden Ansicht gab ohne Zweifel die langsame Abkühlung des Wassers in den Badkästen. Hätte das Wasser nicht die Eigenschaft, die Wärme fester gebunden zu halten, wie wäre es möglich, dass in den Bädern nach 10 – 12 Stunden dasselbe nur wenige Grade von seiner Wärme verliere? Zeigt nicht die Wirkung derjenigen Quellen, welche, wie z. B. Pfäffers, wenige oder keine Salze aufgelöst enthalten, deutlich, dass es die inniger gebundene Thermalwärme ist, die langsamer aber desto länger in den Organismus einströmt, welche dieselbe grössten Theils bedingt? Dass ein solches merkwürdiges Verhalten der warmen Quellen auf Diejenigen, welche Nutzen und Heilung von derselben erwarten, einen

tiefen Eindruck machen, und ihr Glaube an die Heilkraft der Quelle dadurch erhöht werden muss, versteht sich von selbst. Und wer möchte diesen Menschen ihren Glauben rauben? Wer wird daran zweifeln, dass der *Glaube* nicht in vielen Fällen einen bedeutenden Einfluss auf die Genesung ausübe? Und desshalb ist es gewiss keinem Badarzt übel zu deuten, wenn er eine solche Meinung unterhält; ja ich möchte es sogar für seine Pflicht halten, alles das aufzubieten, was das Zutrauen des Kranken an die Quelle erhöhen kann, ohne jedoch in offenbare Charlatanerie zu verfallen. Der Leidende kümmert sich nicht um die Streitigkeiten der Gelehrten; ist seine Gesundheit wieder hergestellt, so ist es ihm sicherlich gleichgültig, ob die Thermalwärme, oder andere *unbekannte* Potenzen, oder ob das aufgelöste Salz das glückliche Resultat hervorgebracht.

Ueber die Wirkung der Mineralwasser ist schon §. 40. 41. die Rede gewesen. Es ist dort bemerkt worden, wie bei Beurtheilung der Wirkung eines Mineralwassers nicht allein das Wasser, sondern alle Lokal-Verhältnisse berücksichtigt werden müssen. Es diene daher nur noch die Bemerkung, dass so lange man nicht diese an einem andern Orte hervorrufen kann, so lange werden die natürlichen Heilquellen, an Ort und Stelle gebraucht, in Beziehung auf ihre Wirkung nie an den künstlichen einen gefährlichen Rivalen haben; aber nie wird es gelingen, Pfäffers mit seiner grossartigen Natur auf eine Sandwüste hervorzuzaubern.

Wenn nun in den folgenden Paragraphen den Thermalquellen auch die merkwürdige Eigenschaft, ihre Wärme inniger gebunden zu halten, geraubt, und ihnen auch

dieser heilige Schein entzogen wird, so bitte ich die Herren Badärzte und Badwirthe, mir nur nicht gar zu böse zu werden; ich glaube Sie bestimmt versichern zu können, dass Sie dadurch keinen Schaden erleiden.

§. 62.

Haben die natürlichen heissen Mineralquellen eine grössere Wärmecapacität, als die nachgebildeten und künstlich bis zu einem gleichen Grad erhitzten? Nur das Experiment kann diese Frage entscheiden. Die zur Lösung dieser Frage angestellten Untersuchungen sprechen theils für, theils gegen den aufgestellten Satz. So fand Professor *Scheitlin* *) in St. Gallen, bei wiederholten, und wie behauptet wird, mit der grössten Sorgfalt angestellten Versuchen, mit dem Thermalwasser zu Pfäffers, dass dasselbe unter gleichen äussern Verhältnissen bis auf 17 ja 15° R. sehr schnell erkalte, dann aber äusserst langsam, so dass es in vier und zwanzig Stunden noch laulich sei, während gemeines, bis zu einem gleichen Grad erhitztes Wasser seine Wärme ganz gleichmässig verliere. Nun aber ist es allgemein bekannt, dass sich heisses Wasser um so schneller in der Luft abkühlt, je grösser der Unterschied zwischen der Temperatur des Wassers und der Lufttemperatur ist, und um so langsamer, je geringer dieser Unterschied Statt findet. Anfangs muss sich daher gewöhnliches erhitztes Wasser schneller abkühlen, und um so schneller, je kälter die Luft ist, als später. Indem aber Herr *Scheitlin* gefunden haben will, dass gemeines erhitztes Wasser gleichmässig seine

---

*) G. Rüsch Balneographie der Schweiz II. S. 15.

Wärme verliere, so folgt hieraus, dass seine Versuche schwerlich mit der grössten Sorgfalt angestellt wurden. *Pagenstecher* und *Irminger* *) beweisen gleichfalls durch genaue Untersuchungen, dass es vollkommen so schnell als anderes auf den gleichen Grad erwärmtes Wasser erkalte. Dr. *Schneblin* in Baden stellte mit Apotheker *Opitz* **) möglichst genaue Versuche mit dem Thermalwasser in Baden an, woraus sich ergeben, dass es die Wärme länger behält, als gemeines künstlich erwärmtes Wasser. Sie erwärmten letzteres auf 28° R., welche Temperatur dem Badewasser gleich kam. Die Lufttemperatur war — 6° R., die Zimmertemperatur + 14° R. Die Erkaltung des Badewassers ging anfangs schnell, später aber sehr langsam von Statten; nicht nur behielt es seine Temperatur bestimmt länger, sondern als in der Nacht beide Gefässe in die Nähe eines Fensters gestellt worden waren, zeigte sich am andern Morgen das reine Wasser gefroren, das Badwasser aber nicht. Wiederholte Versuche gaben gleiche Resultate. Nach *Waradin Schulthess* ***) Versuchen hingegen verhält sich die Thermalwärme ganz wie gewöhnliche Wärme. Zu demselben Resultate gelangte *Pagenstecher* ****) durch seine Untersuchungen mit dem Wasser zu Leuk und Weissenburg. Ganz gleiche widersprechende Resultate ergaben sich aus den Untersuchungen, welche mit heissen Quellen Deutschlands und Frankreichs angestellt wurden. So haben Versuche mit dem Wasser von *Bourbonne les bains* zu Gunsten einer grössern Wärme-

*) a. a. O. III. S. 68.
**) a. a. O. II. S. 46.
***) a. a. O. III. S. 78.
****) a. a. O. II. S. 3. 61.

capacität des Wassers gesprochen; dagegen ergab sich aus den Untersuchungen *Longchamp's,* *) welche mit demselben Wasser, und unter Berücksichtigung aller Vorsichtsmassregeln vorgenommen wurden, dass das Wasser seine Wärme in derselben Zeit verliere, wie künstliches erwärmtes Wasser, in welchem die dem natürlichen Wasser entsprechende Menge von Kochsalz aufgelöst war. Dasselbe beobachtete *Salzer* **) mit dem Badner (im Grossherzogthum) Wasser, und *Reuss, Damen* und *Steinmann* ***) mit dem Karlsbader Sprudel. Dagegen will *Kastner* †) durch Versuche, welche er mit dem Thermalwasser zu Wiesbaden angestellt hat, gefunden haben, dass es unter gleichen Bedingungen langsamer erkalte, als reines und künstlich nachgebildetes, zu einem gleichen Grad erhitztes Salzwasser. *Liebig* ††) glaubt, der Grund zu diesen Differenzen liege wahrscheinlich in dem Gehalte der natürlichen Kohlensäure, welche zu $^7/_{10}$ des Volumens betrage, und welche Kohlensäure bei dem künstlichen Wasser nicht berücksichtigt wurde. L. *Gmelin* †††) hingegen fand, dass künstliches und natürliches Wiesbadner Thermalwasser vollkommen gleich erkalten.

§. 62.

Da der Streit, welchen die Untersuchungen *Kastners* und *Gmelins* veranlasste, besonders von einem rein wissenschaft-

---

*) Les Annales de Chimie XXIV. S. 247. 250.

**) Schweigger, Journal der Chemie IX. S. 180.

***) J. Reuss, das Marienbad. S. 172.

†) Rullmann, Wiesbaden. S. 122. Kastner, Archiv XIII. S. 441—464. XIV. S. 67—68. XVIII. S. 489—501.

††) a. a. O. VI. S. 102.

†††) Poggendorf, Annalen VII. S. 466.

lichen Standpunkte geführt wurde, er auch ferner zu interessanten Erörterungen Veranlassung gab, und wohl am meisten zur Entscheidung der Frage beigetragen hat, so erlaube ich mir in der Kürze das Hauptsächlichste dieser Untersuchungen mitzutheilen.

In der Schrift: „Wiesbaden und seine Heilquellen von *Rullmann* 1823“ findet man die ersten Nachrichten über die grössere Wärmecapacität des Wiesbadner Thermalwassers. S. 121 u. f. heisst es: „*Kastner* stellte über „das langsamere Erkalten Versuche an, und erhielt folgende „merkwürdige Ergebnisse:

1) „Das Wasser unserer Quelle erkaltet unter übrigens „ganz gleichen Bedingungen, *bedeutend* langsamer, als „reines Wasser, oder Salzwasser von demselben Eigen-„gewichte.
2) „Die Erkaltungsdauer ist grösser, als sie sein sollte, „wenn sie, wie bei einer künstlichen Salzauflösung, „im zusammengesetzten verkehrten Verhältnisse der „Wärmeleitung und Wärmestrahlung, und im zusam-„mengesetzten geraden, der Zähigkeit (Cohäsion) „und der chemischen Anziehung (Bindungsstärke) „zwischen dem Wasser und den darin gelösten Sub-„stanzen stände“ etc.

Aus der grossen Erkaltungsdauer wird nun ferner auf eine verhältnissmässig grosse Menge *gebundener* Wärme geschlossen, und diess durch folgende Versuche dargethan. *Kastner* erkannte

1) *Die grosse Capacität* des Wiesbadner, vorher vorsichtig erkalteten Wassers, für die Wärme durch Zumischung von sehr reinem warmem Wasser unter sehr mannigfach abgeänderten Wiederholungen. Stets war die

Temperatur des Gemisches geringer, als sie hätte sein müssen, wenn reines Wasser mit reinem Wasser, oder mit künstlichen Salzauflösungen gemischt worden wäre.

2) Das Wasser von Wiesbaden schmolz eine grössere Menge Eis, als reines, oder künstlich salzhaltiges, eben so heisses Wasser, bei gleichen Quantitäten.

Wie aus diesen Versuchen auf eine grössere Menge *gebundener* Wärme im Thermalwasser geschlossen werden kann, ist nicht zu begreifen, und sicher trägt an dieser Angabe *Kastner* keine Schuld; sie rührt ohne Zweifel von *Rullmann* her, welcher *Kastner* missverstanden zu haben scheint.

Kastner hat die Adlerquelle, den Kochbrunnen und die Schützenhofquelle, ferner künstlich bereiteten Kochbrunnen und destillirtes Wasser einer vergleichenden Untersuchung unterworfen, und folgende Resultate erhalten: *)

	Temp. beim Beginnen des Versuchs.	Temp. nach 2 Stunden.	Zimmertemperatur.
Destillirtes Wasser	45° C.	28,5° C.	anfänglich
Kochbrunnen . .	45° »	30,7° »	15° C.; nach
Adlerquelle . .	45° »	30,5° »	2 Stunden
Schützenhofquelle	45° »	29,8° »	17,3 C.
Künstl. Kochbrunnen	45° »	28,9° »	

Nach abermaligem Verlaufe von 2 Stunden zeigte das destillirte Wasser die Temperatur des Zimmers, die nun bis zu + 21° C. gestiegen war, und sich hierin eine geraume Zeit behauptete. Der künstliche Kochbrunnen erreichte diese Temperatur 30 Sekunden später; der natürliche

*) Kastner, Archiv XVIII. S. 497.

hingegen um volle 9 *Minuten;* die Adlerquelle um 8 *Minuten* 52,8 *Sekunden*, und die Schützenhofquelle um 7 *Minuten* 12 *Sekunden.* Theilen wir nun, sagt *Kastner*, den Zeitraum von 4 Stunden (240 Minuten) in 1,0000 gleiche Zeittheile, so ist die Erkaltungsdauer:

beim natürlichen Kochbrunnen . . .	1,0375
bei der Adlerquelle	1,0730
» » Schützenhofquelle	1,0300
beim künstlichen Kochbrunnen . . .	1,0120

Ich übergehe die Resultate, welche *Kastner* erhalten hat, durch Vermischen des Thermalwassers mit gemeinem destillirtem Wasser von 0°, und bemerke nur, dass er zu beobachten glaubte, dass das Gemisch nicht der Mitteltemperatur beider Flüssigkeiten entsprochen, sondern immer etwas höher ging, was jedoch erst in der zweiten Dezimalstelle bemerkt wurde. Die Methode, nach welcher diese Versuche angestellt wurden, konnten aber kein so genaues Resultat geben, wie hier verlangt werden muss.

Aus den hier mitgetheilten Untersuchungen ersieht man, dass in der ersten Erkaltungszeit die Abkühlung der verschiedenen Wasser ziemlich gleichförmig war, und erst in der 3—4. Stunde eine starke Differenz eintrat. Hiermit stimmt auch ein von *Schweigger*, *Reuss* und *Sailer* *) angestellter Versuch überein, nach welchem natürlich warmes und nach dem Erkalten wieder erwärmtes Karlsbader Wasser von 37° bis auf 24° R. gleich schnell erkalteten; bei weiterer Abkühlung aber blieb das natürlich warme Wasser länger warm als das künstlich erwärmte.

---

*) Schweigger Journal XXIX. S. 386.

§. 63.

Gmelin, veranlasst durch die Angaben *Kastners* in *Rullmanns* Werk, hat in Verbindung mit Hofapotheker *Lade* *) in Wiesbaden gleichfalls Versuche hierüber angestellt, und folgende Resultate erhalten:

Versuch I. Temperatur des Zimmers 18° R.

	Destillirtes Wasser.	Künstliches Mineralw.	Natürl. erkalt. und wieder erwärmtes Wasser.	Natürl. heisses Wasser.
	Glas A.	Glas B.	Glas C.	Glas D.
Um 10 Uhr 25 Min.	50,0 R.	50,0 R.	50,0 R.	50,0 R.
» 11 » 7 »	39,0 »	39,0 »	39,1 »	38,3 »
» 12 » 20 »	34,3 »	35,0 »	35,2 »	34,2 »
» 4 » 35 »	19,0 »	19,0 »	19,0 »	19,0 »

Versuch II. Die Gläser wurden gewechselt. Temperatur des Zimmers 19° R.

	Destillirtes Wasser.	Künstliches Mineralw.	Natürl. erkalt. und wieder erwärmtes Wasser.	Natürl. heisses Wasser.
	Glas C.	Glas D.	Glas A.	Glas B.
Um 5 Uhr 30 Min.	50,0 R.	50,0 R.	50,0 R.	50,0 R.
» 6 » 10 »	37,7 »	37,8 »	36,5 »	37,5 »
» 7 » 15 »	25,7 »	26,1 »	25,0 »	26,1 »

Ein dritter Versuch gab ein gleiches Resultat.

Versuche, welche ich im Herbste 1835 mit dem Thermalwasser zu Baden vorgenommen habe, gaben ganz gleiche Resultate, wie die, welche *Gmelin* und *Lade* erhielten.

§. 64.

Gmelin unterwirft nun noch die Angabe über das langsamere Erkalten eines warmen Mineralwassers einer

*) Poggendorf. Annalen VII. S. 466.

wissenschaftlichen Kritik, und äussert sich darüber folgender Maassen: „Die Thatsache des langsamern Erkaltens „eines warmen Mineralwassers, als richtig angenommen, „so muss sie liegen: entweder I. darin, dass man das- „selbe seinen wägbaren Bestandtheilen nach nicht gehörig „kennt, und also auch kein künstliches Wasser von der- „selben Beschaffenheit hervorzubringen vermag; oder „II. dass uns bei der chemischen Untersuchung des „Wassers unwägbare, auf das Ausströmen der Wärme „einfliessende Bestandtheile entgehen; oder III. dass die „Wärme der Mineralwasser eine andere Natur hat, als „künstlich in Wasser gebrachte Wärme; oder IV. dass „sie auf andere Weise mit dem Wasser verbunden ist." Dass nicht behauptet werden kann, eine Mineralwasser-Analyse habe alle im Wasser vorkommenden Stoffe vollständig sowohl in qualitativer als quantitativer Hinsicht nachgewiesen, ist bereits in §. 39. 40. ausführlich besprochen worden. Es ist dort angeführt worden, dass sich die Summe der Bestandtheile, welche in einer bestimmten Menge Wasser enthalten sind, richtig auffinden lasse, dass aber in den einzelnen Untersuchungen ein Uebersehen irgend eines, jedoch immer nur in geringer Menge vorkommenden, Körpers möglich sei, dessen Quantität jedoch, bei Bestimmung der eines andern, von welchem er nicht getrennt wurde, in Rechnung gebracht werde.

Gmelin *) zeigt nun, indem er *Kirwans* Erfahrung über die spezifische Wärme der Kochsalzauflösung zu Grunde legt, wie aus dieser sich ergebe, dass die Mineralwasser eine *geringere* Wärmecapacität als das reine Wasser

*) a. a. O. S. 457.

besitzen müssen. Nach *Kirwan* hat eine Kochsalzlösung, welche aus 1 Theil Kochsalz und 8 Theilen Wasser besteht, eine spezifische Wärme von 0,832, die des Wassers = 1 gesetzt. Da nun das spezifische Gewicht dieser Auflösung nach *Watson* 1,074 beträgt, so ergiebt sich als relative Wärme derselben

$$0{,}832.\ 1{,}074 = 0{,}893568,$$

oder $^1/_{10}$ weniger, als die des reinen Wassers. Nun enthalten nach *Kastners* Versuchen 127 Theile Wasser 1 Theil feste Salze. Werden diese für Kochsalz genommen, welches der Hauptbestandtheil des Wassers ist, so lässt sich ein solches Wasser betrachten als ein Gemisch von 119 Theilen reinen Wassers und von 9 Theilen einer Auflösung aus 1 Theil Kochsalz in 8 Theilen Wasser. Die spezifische Wärme des Mineralwassers wäre demnach

$$\frac{9\ .\ 0{,}832 + 119\ .\ 1{,}000}{128} = 0{,}988.$$

Nun ist das spezifische Gewicht des Wiesbadner Wassers nach *Kastner* = 1,006. Die relative Wärme muss demnach sein:

$$0{,}988\ .\ 1{,}006 = 0{,}993928.$$

Gmelin macht überhaupt darauf aufmerksam, dass es keine feste oder topfbar flüssige Materie gebe, deren spezifische Wärme der des Wassers gleich käme. Verbindungen dieser Substanzen mit Wasser müssen daher eine geringere spezifische Wärme als reines Wasser besitzen. Je weniger sich aber von diesen Körpern aufgelöst findet, desto unbedeutender wird dieser Unterschied sein, und er wird noch um so kleiner, wenn die relative Wärme zur Vergleichung dient. »Mögen daher den bisherigen »Analysen eines Mineralwassers 10 besondere Stoffe ent-

„gangen sein; mögen diejenigen, welche lieber ahnen als „forschen, noch 100 unbekannte Wesen darin annehmen, „es kann, so lange man noch keinen Stoff kennt, von „welchem eine Kleinigkeit die spezifische Wärme des „Wassers bedeutend erhöht, und so lange wir annehmen „müssen, dass alle vom Wasser gelösten Körper seine „Capacität bald etwas mehr, bald etwas weniger vermin„dern, keine Aenderung in der Hauptsache eintreten, um „so weniger, als, wenn ein Mal das Totalgewicht der „gelösten Körper bestimmt ist, im Verhältniss des Ge„wichtes der etwa unentdeckt gebliebenen Stoffe das „Gewicht der aufgefundenen verringert angenommen wer„den muss. Kurz alle Mineralwasser werden eine geringere „spezifische Wärme besitzen, als reines Wasser; da sie „jedoch meistens wenig gelöst enthalten, so kann dieser „Unterschied nur gering sein."

Was die bekannten und unbekannten Imponderabilien anbetrifft, welche in die Thermalwasser gebannt sein sollen, wohl auf ähnliche Weise wie der Geist des Maurers und des Apothekers in der *Kerner*schen Geistergeschichte in ein Mädchen, so ist von diesen schon §. 40. 41. die Rede gewesen. Hierher gehört auch die Mischungselektricität, welche in dem Mineralwasser vorkommen soll.

Eben so grundlos, wie die Annahme unbekannter Imponderabilien, ist die, dass die Wärme der Thermalquellen von *anderer Qualität* sei, als die in den künstlichen Mineralwassern. *) Diese Annahme bedarf eben so wenig einer Widerlegung, wie endlich die, dass in dem natürlichen Wasser die Wärme auf eine andere Art

*) Osann, Heilquellen Europa's I. S. 49.

mit dem Wasser verbunden sei, wie im künstlichen Mineralwasser. Wir kennen nur freie und gebundene Wärme. Mit den Begriffen, welche wir über freie und gebundene Wärme haben, ist die Annahme unvereinbar, dass zwei Flüssigkeiten, welche ihren ponderablen Theilen nach ganz gleich sind, und worin sich keine Verschiedenheit hinsichtlich unwägbarer Stoffe nachweisen lässt (nämlich das natürliche und künstliche Mineralwasser), die freie Wärme in einem verschiedenen freien Zustande enthalten könnten, so dass dieselbe aus beiden Flüssigkeiten zwar entweicht, aus der einen aber schneller als aus der andern. *)
»Möge die Wärme dem natürlichen Mineralwasser auch »durch die grösste Hitze vulkanischen Feuers und unter »dem gewaltigsten Drucke im Innern der Erde mitgetheilt »worden sein, während das künstliche allmälig und mässig »erwärmt wurde; ist ersteres wieder auf denselben Punkt »erkaltet, bis zu welchem letzteres erwärmt wurde, so »werden beide von da an gleich viel freie Wärme ent»halten und gleich schnell erkalten müssen.« **)

IV.

§. 65.

Ueber die im Thermalwasser vorkommende organische Materie.

Schon *Scheuchzer* sagt in seiner Schrift über Baden S. 46: »Man findet auch an denen Kanälen eine dicke »schleimichte Materie, also wenn sie ertröcknet ange»zündet, einen Schwefel-Geruch verbreitet.« Im Jahr 1815 beobachtete *Bauhof* dieselbe Substanz. ***) Er beschreibt

*) Gmelin a. a. O. S. 463.
**) ibid.
***) Rüsch Balneographie II. S. 45.

sie in Form faseriger, weisser und schleimiger Flocken, die sich zum Theil an den Behältern ansetzen. *Pfluger* *) bemerkt: „die grosse Quelle befindet sich in einem 11 ½ „Fuss tiefen und 5 Fuss im Durchmesser haltenden, mit „harten Steinen aufgemauerten Behälter, dessen Wände „ganz mit graulichen, ausgezackten, federartigen, zum „Theil membranösen Flocken behängt sind.“ Diese Materie hat ganz besonders die Aufmerksamkeit *Gimbernat's* **) auf sich gezogen, der dieselbe Substanz auch in andern heissen Quellen, jedoch hauptsächlich in den Dämpfen vorkommend, gefunden zu haben glaubte, und ihr den Namen *Zoogen* gegeben hat.

In neuerer Zeit wurde eine ähnliche Materie in sehr vielen heissen, ja selbst kalten Quellen aufgefunden, und mit verschiedenen Namen belegt. *Longchamp* ***) fand sie in den Quellen von Barége, und nannte sie Baregin. *Longchamp*, *Vouquelin* †) und d'*Arcet* im Wasser von Vichy; *Chaptal* in dem Mineralwasser in der Landschaft Foix. *Monheim* ††) nannte die organische Substanz, welche sich im Achener Wasser vorfindet, Theiothermin, *Anglada* Glairine †††) etc. Eine ähnliche Substanz fand man im Karlsbadner, Wiesbadner, Badner Badener-Wasser etc. *Robiquet* beobachtete sie im Wasser zu Neris, und es lässt sich annehmen, dass sie in allen warmen Quellen vorkomme.

---

*) Kastner, Archiv XIV. S. 384.

**) Verhandlungen der allg. schweiz. naturforsch. Gesellschaft 1825. S. 36.

***) Annalen der Chimie XXII. S. 158. f.

†) a. a. O. S. 98.

††) Die Heilquellen von Aachen, Burtscheid, von J. P. Monheim. S. 248.

†††) ibid.

§. 66.

Vergleicht man die verschiedenen Angaben über die Eigenschaften der in den Thermalwassern vorkommenden organischen Materie, so überzeugt man sich leicht, dass nicht immer ein und derselbe Körper untersucht wurde. Nach *Gimbernat* soll die organische Materie, sein Zoogen, eine zu den Oscillatorien gehörende Substanz sein, in welcher mit Bewegung begabte Kügelchen, wahre Infusionsthierchen, sich befinden, deren Analysé die Produkte der thierischen Substanzen liefern. Nach *Longchamp* soll sich das Baregin unter allen Körpern am meisten den Fibrin nähern; und er nimmt an, dass alle warmen Quellen, ohne Ausnahme, von welcher Beschaffenheit sie auch sein mögen, die Elemente der thierischen Knochen enthalten. Nach *Longchamp* ist das Baregin theils eine klebrige Masse, theils farblose Fäden. *Robiquet* beschreibt das Baregin als eine grüne organische, stickstoffhaltige Materie, und wahrscheinlich zum Pflanzenreich gehörig.

Selbst auch über das Vorkommen dieser Substanz ist man nicht gleicher Ansicht. Nach *Berthier* *) soll das unmittelbar aus der Erde hervorquellende Mineralwasser keine Spur einer organischen Materie enthalten, und dieselbe erst durch den Einfluss des Lichts und der Luft entstehen. *Kastner* **) nimmt eine im Wasser vorkommende organisirbare Materie an, die durch Einfluss von Licht und Luft organisirt werde. Er ist geneigt anzunehmen, dass der Stoff zu diesen Elementar-Organismen schon fertig und nur eingekerkert in den vom Wasser durch-

---

*) Journal des Mines VI. S. 215.
**) Kastner Archiv XIII. S. 414. f.

sickerten Felsmassen vorhanden sei, und nicht erst durch die Tiefenwärme der Quellen erzeugt werde (seine Elemente erst zur sogenannten organischen Materie verbunden werde). Ob jedoch diese in den Gesteinen eingekerkerte organische Materie eine ursprüngliche Bildung sei, oder ob sie von Ueberresten einer zertrümmerten organischen Welt herrühre, darüber spricht sich *Kastner* nicht aus. Er erinnert jedoch daran, dass Erscheinungen bekannt seien, aus denen hervorgehe, dass organische Atome auch zusammengesetzt werden können aus ihren respectiven Elementen, ohne dass hierzu individuell organisirte lebendige Wesen nöthig seien. Man dürfe überhaupt der Erde das Vermögen zugestehen, organische Stoffe auf dem Wege unorganischer Zusammenwirkung zu erzeugen. Der Versuch *Döbereiner's*,*) nach welchem Wasserdämpfe im Ueberschuss über glühende Kohlen geleitet, eine eigenthümliche, organische, fettige Materie bilden, so wie die Bildung einer fettigen Substanz nach *Berard's* Untersuchung durch Aufeinanderwirken von Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Wasserstoff, sprechen überdiess zu Gunsten dieser Ansicht.

Auch *Robiquet* **) behauptet, dass sich die Materie nur unter Einfluss von Licht und Luft erzeuge. Im Augenblick des Hervorquellens sei das Wasser klar, und erst nach einiger Zeit erscheinen auf dem Boden des Bassins, in welchem das Wasser fliesse, einige grüne Flocken, welche sich allmälig anhäufen und wachsen, und zuletzt den Grund vollständig überziehen. Ist der Ueberzug mit der Zeit dichter geworden, so erheben sich einzelne Stellen

---

*) Gilberts Annalen LVIII. S. 210—213.
**) Annal. de Chimie LX. S. 5.

desselben, bilden gleichsam Anschwellungen, und ragen dann oft ziemlich hoch hervor. Die grüne Vegetation soll nach *Richard* zur Gattung *Tremella* und *Anabaina* gehören. Er nennt sie *Tremella thermalis* und *Anabaina thermalis* und *monticulosa.* Ein gallertartiges Baregin soll jedoch im Wasser von Neris nicht enthalten sein. Was die Frage anbetrifft: Welches sind die Ursachen, woher kommt die Organisation, so hält *Robiquet* zu ihrer Erklärung zwei Fälle für möglich; entweder finde eine ursprüngliche Organisation Statt, oder dieselbe ist nur Folge der Entwicklung eines Embrio. Die Entscheidung der Frage selbst lässt *Robiquet* dahin gestellt.

Fabroni, *) *Brandes,* **) *Turpin* ***) nehmen den organischen Stoff im Wasser schon vorhanden an, und erklären seine Entstehung von organischen Substanzen, welche früher die Oberfläche der Erde bedeckt, und bei den Revolutionen, welche dieselbe erlitten, mitbegraben wurden.

Monheim †) und *Bory St. Vincent* huldigen der Ansicht, dass die Materie von organischen Wesen herrühre, welche in geheimen Tiefen der Erde leben.

§. 67.

Was die chemischen und microscopischen Untersuchungen anbelangt, welche mit der organischen Materie vorgenommen wurden, so stimmen die erhaltenen Resultate, mit Ausnahme dass sie stickstoffhaltig sei, wie sich erwarten lässt, nicht mit einander überein. So bemerkt

---

*) Giornall de Fisica X. S. 213—227.
**) Poggendorf Annalen XIX. S. 105.
***) Compt. rend. 1836. S. 17.
†) Heilquellen von Aachen etc. S. 250.

Bauhof: *) „Nach dem Eintrocknen angezündet, brennt „sie mit einem Geruch nach Schwefliger-Säure; beim Er-„hitzen wird die Masse schwarz, riecht empeurevmatisch, „wie verbranntes Brod, und es bleibt eine leichte Asche „zurück, welche grossen Theils aus schwefelsaurem und „kohlensaurem Kalk besteht. In nicht getrocknetem Zu-„stande geht sie leicht in faule, stinkende Gährung. Im „Trocknen bildet sie eine bräunliche, zähe, feste Materie, „welche in reinem Wasser wieder erweicht. Bei der „trocknen Destillation entbindet sich empeurevmatisches „Oel und Ammoniak, während Schwefelcalcium, kohlen-„saurer Kalk und etwas Eisenoxyd — etc. haltige Kohle „zurückbleibt.“ Die chemischen Untersuchungen *Monheims* **) über die organische Materie im Thermalwasser zu Aachen stimmen in der Hauptsache mit den Angaben *Bauhofs* überein. Sie soll in kochendem Wasser löslich sein, und demselben den Geruch nach Fleischbrühe ertheilen. *Monheim* bemerkt, dass die wässerige Lösung durch Weingeist und Aether coagulirt werde, dass sie Goldlösung reducire, während Sublimatlösung kaum eine Aenderung hervorbringe. Der Fäulniss soll sie jedoch selbst unter Einwirkung von Luft, Feuchtigkeit und Wärme widerstehen. Nach *Vouquelin* ist das Baregin in Alkalien löslich; aus der alkalischen Lösung wird es durch Säuren im coagulirten Zustande niedergeschlagen; eben so bringe Weingeist dasselbe zum Gerinnen. *Vouquelin* glaubt, dass es im Wasser durch kohlensaures Natron gelöst sei. Durch die Analyse fand er Schwefel, essigsaures Natron und

*) Rüsch, Balneographie II. S. 45.

**) Heilquellen von Aachen etc. S. 248.

essigsauren Kalk. Er unterscheidet übrigens einen festen und einen flüssigen Theil des Baregins.

Besonders ausführlich hat *Brandes* *) die organische Substanz untersucht, welche er in der Mineralquelle zu Tatenhausen aufgefunden hat. Ich übergehe aber die Versuche 1) weil sie nichts Neues darbieten, 2) weil *Brandes* die organische Substanz durch Kali aus dem Badeschlamm ausgezogen, sie aber durch diese Behandlung wahrscheinlich schon in ihrer chemischen Natur verändert wurde, und 3) weil ich die Ueberzeugung habe, dass die chemischen Untersuchungen ganz werthlos sind, weil die Substanz nicht als eine einfache organische Verbindung angesehen werden kann.

§. 68.

Microscopische Untersuchungen.

Bei Weitem interessanter, als die chemischen Untersuchungen, sind die microscopischen, weil sie allein nur im Stande sind, Licht über die Natur dieser Substanz zu verbreiten.

Wie schon angegeben, hält *Gimbernat* **) das Zoogen von Baden für eine organische, zu den Oscillatorien gehörende Substanz, in welcher mit Bewegung begabte Kügelchen, wahre Infusionsthierchen, sich befinden.

Nach einer microscopischen Untersuchung von *Dutrechet* ***) soll das Baregin von Neris, welches *Robiquet* beobachtet hat, gleichfalls aus Oscillatorien bestehen, und *Bory de St. Vincent* †) will in allen warmen Mineralwassern

*) Poggendorf, Annalen XIX. S. 97—106.
**) Rüsch, Balneographie III. S. 76.
***) Compt. rend. 1835. S. 15.
†) ibid.

dergleichen Oscillatorien gefunden haben, und zählt dieselben, wie *Richard*, als *Anabaina monticulosa* und *thermalis* auf. *) In neuester Zeit hat *Turpin* **) microscopische Untersuchungen mit dem von *Longchamp* in dem Schwefelwasser von Barége, und mit dem von *Robiquet* in dem Wasser von Neris aufgefundenen Baregins angestellt, woraus sich ergeben hat, dass das Baregin von *Longchamp* und das von *Robiquet* zwei sehr verschiedene Dinge sind.

Das Baregin von *Longchamp*, einer 300maligen Vergrösserung ausgesetzt, fand *Turpin* aus folgenden Theilen bestehend: 1) aus einer Art schleimiger, chaotischer Gangmasse, gebildet aus einer grossen Menge organischer, durchsichtiger Fasern, ohne Monadenbewegung, Theilchen, die ohne Zweifel aus Trümmern oder Ueberbleibseln ehemaliger pflanzlichen oder thierischen Organisationen entstanden sind. 2) Aus einer ziemlich bedeutenden Anzahl kugel- oder eyförmiger, ungemein kleiner Sporulen, umgeben von dem unorganischen Schleime der Gangmasse, die hierin zugleich Wohnung und Nahrung finden, und von denen einige in einem mehr, andere in einem weniger vorgerückten Zustande des Keimens sich befinden. Diese langen Fäden sind weiss, durchschimmernd, ohne Scheidewände und Verästelungen; sie deuten auf den Anfang einer ohne Zweifel wohl bekannten Conferven-Vegetation. Ausser diesen beiden Bestandtheilen, den organischen Theilchen und den organisirten Sporulen, erblickt man noch einige andere Körper, als Sandkörner, und unverkennbare Ueberreste von Pflanzen und Infusorien. Es

*) Dictionnaire classique d'histoire naturell.

**) Compt. rend. 1836, S. 17. Poggendorf, Annalen XXXIX. S. 493.

erscheint dieses Baregin als eine gallertartige, durchsichtige, fast farblose Substanz, ohne sichtbare Spur von Organisation; es ist ein schleimiges Haufwerk, gebildet durch Absatz von Theilchen, welche grössten Theils von der Zersetzung von Pflanzen und Thieren herrühren.

Das Baregin von *Robiquet*, ebenfalls bei 300maliger Vergrösserung betrachtet, zeigt nach *Turpin* 1) dünne, durchscheinende, farblose Membranen, die wie zusammengewirkt sind, mittelst vieler, sehr zarter, durchflochtener Fäden, welche durch dazwischen liegende Theilchen an einander geklebt sind. 2) Viele fädenförmige, unter einander freie Individuen, von verschiedenem Alter und verschiedenen Dimensionen; die zartesten sind farblos und wie aus einer Reihe von Punkten gebildet; die grössern sind rosenkranzartig, d. h. zusammengesetzt aus einer Reihe kleiner, kurzer, kugelförmiger Merithballen, welche inwendig hohl sind, und eine grüne Materie enthalten, von der allein die Masse beim Betrachten mit blossem Auge ihre Farbe erhält. Nach *Turpin* ist dieses Baregin eine wohl organisirte, unter dem Namen *Nostoch thermalis* bekannte Pflanze.

§. 69.

Die microscopischen Untersuchungen, welche ich mit der im Badener Wasser vorkommenden organischen Materie vorgenommen habe, gaben im Allgemeinen dieselben Resultate, wie die, welche *Turpin* mit dem *Longchamp*'schen Baregin erhalten hat. Sie besteht aus einer schleimigen Gangmasse, aus kleinen, durchsichtigen Kugeln, aus einzelnen Fasern; ausserdem erblickt man unorganische Theile, besonders Schwefel. Mit blossem Auge betrachtet,

erscheint sie als eine weisse, schlüpfrige Materie, welche in der That, wie auch *Longchamp* bemerkt, viele Aehnlichkeit mit dem thierischen Faserstoff zeigt, wenn er lange Zeit im Wasser gelegen war. Selbst nach 1 ½ Jahren hatte diese Materie ihr Ansehen wenig oder gar nicht verändert.

In reinem Wasser aufbewahrt, geht sie nach langer Zeit in Fäulniss über, wobei Ammoniak gebildet wird. In chemischer Hinsicht fand ich die Angaben *Monheims*, *Bauhofs* und *Brandes* bestätigt. Der Schwefel, welchen *Bauhof* beobachtete, ist nur mechanisch beigemengt. Auch im frisch geschöpften Wasser konnte unter dem Microscope der Stoff zu dieser Materie erkannt werden. Sicher hat *Berthier* keine microscopische Untersuchungen mit dem Mineralwasser angestellt, und seine Ansicht, als bilde sich die organische Substanz erst durch Einfluss von Licht und Luft, ohne die Gegenwart einer organischen Materie, bedarf, als gegen alle Erfahrung, keiner Widerlegung. Auch *Kastner* ist im Irrthum, wenn er glaubt, dass nur bei andauernder Luftberührung und Lichteinwirkung die in den Mineralquellen vorkommenden, verschieden gearteten organischen Atome der organischen Individualisirung fähig werden. *) Versteht *Kastner* unter den verschieden gearteten organischen Atomen Gemenge von Ueberresten organischer Substanzen, welche im Wasser vorkommen, die den Stoff zu organischen Wesen durch die Mitwirkung von Licht etc. liefern, so hat er recht; dann ist aber der Ausdruck: verschieden geartete organische Atome, unpassend; auch scheint aus dem ganzen

*) Kastner Archiv XIII. S. 418.

Raisonnement *Kastners* hervorzugehen, dass diess seine Ansicht nicht sei; sondern er scheint anzunehmen, dass im Wasser auf eine unsichtbare Weise die Elementar-Atome zu organischen Wesen (nicht mit einander verbunden) vorhanden seien, welche erst durch Einfluss von Licht sich mit einander vereinigen, und zugleich lebendig werden. So glaube ich, ist die Angabe zu verstehen, dass sich im Wasser zu Wiesbaden erst, nachdem es 17 Tage dem Lichte ausgesetzt war, kleine, theils blasige, theils fadenartig an einander gereihte, microscopisch wahrnehmbare Körperchen bildeten, welche nach 25 Tagen Zeichen organisch-individueller Belebung darzubieten anfingen, indem sie von nun an deutliche Spuren des Lichtreizes, zumal bei auffallendem prismatischem Blau- und Violetlicht, bemerkbar durch Oscillationen, zeigten.

Als die Quelle im Staadhof geöffnet wurde, zu welcher weder Luft noch Licht dringen kann, fand ich diese Substanz in ungemein grosser Menge in langen Fäden im Wasser schwimmend. Und als ich mit einem langen Stab, an welchem ein Löffel befestigt war, 9—10′ tief in die Quelle eintauchte, konnte ich an den Wandungen der Einfassung der Quelle dieselbe Materie los machen. Dasselbe beobachtete auch *Pfluger* bei Oeffnung der grossen Quelle. *)

Was die Erzeugung von organischen Wesen aus den Elementarstoffen anbetrifft, so scheint mir dieselbe vor der Hand noch eben so gut in das Reich des Fabelhaften zu gehören, wie die Ansicht, als rühre die organische, im Mineralwasser vorkommende Materie von lebendigen

*) a. a. O. XIV. S. 384.

Wesen her, welche tief im Innern der Erde noch fortleben.

§. 70.

Unterwirft man die vorgetragenen Meinungen und Untersuchungen einer unpartheiischen Prüfung, so ergibt sich:

1) Dass das Wasser, und noch ehe dasselbe zu Tage gekommen, eine organische Materie enthält.
2) Dass dieselbe aus einem schleimigen Haufwerk gebildet ist, entstanden durch Absatz von Theilchen, welche ihren Ursprung in der Zersetzung von Pflanzen und Thieren, besonders Infusorien haben. „Es ist „diese Substanz ein Chaos des organisirten Reiches," sagt *Turpin*, „aus welchem alle Individuen direkt „oder indirekt ihre Nahrung erhalten, sie besteht „gleichsam aus den umherliegenden Trümmern eines „eingestürzten Gebäudes."
3) Dass diese rohe organische Masse unter dem Einflusse von Licht und Luft organischen Wesen ihre Entstehung gebe, und die Bildung von Oscillatorien, Conferven etc. veranlasse. Die letzteren findet man auch in Baden überall an Orten, über welche das Wasser fliesst, besonders hinter dem Hinterhof.
4) Dass im Mineralwasser selbst keine organisirte Materie, sondern nur ein Haufwerk organischer Ueberreste angenommen werden kann.

§. 71.

Ueber die Wirkung der organischen Materie auf schwefelsaure Salze, besonders auf den Gips.

Nach *Bauhof* soll die im Badener Wasser enthaltene Substanz sehr leicht in stinkende Fäulniss übergehen,

Auffallend ist in der That die Schnelligkeit, mit der man den Geruch nach Schwefelwasserstoff beobachtet, wenn man diese Materie mit dem Badener Wasser in verschlossenen Gefässen stehen lässt. Diese Erscheinung rührt aber weniger von der Zersetzung der Materie her, als vielmehr von der Wirkung derselben auf den im Wasser vorkommenden schwefelsauren Kalk. Es entsteht nämlich kohlensaurer Kalk, Schwefelwasserstoff und etwas Ammoniak, ohne Zweifel indem die organische Materie den Gips zu Schwefelcalcium reducirt, und durch die gleichzeitige Bildung von Kohlensäure dasselbe in kohlensauren Kalk und Schwefelwasserstoff zerlegt wird. Wird die organische Materie mit reinem Wasser sehr sorgfältig abgewaschen, so kann man sie sehr lange in verschlossenen Gefässen aufbewahren, ohne eine bedeutende Veränderung und ohne Bildung von Schwefelwasserstoff zu beobachten. Bringt man sie aber mit Gipslösung oder mit Badener Wasser zusammen, so bemerkt man schon nach 10—12 Stunden den unangenehmen Geruch dieser Gasart. Die Zersetzung erfolgt eben so gut bei abgehaltener Luft, als bei Zutritt derselben.

§. 72.

Dass organische Stoffe Zersetzung schwefelsaurer Salze auf nassem Wege hervorbringen, ist durch die Untersuchungen von *Vogel* *) und *Bischof* **) erwiesen worden. *Vogel* hat in 2 Maass Wasser 2 Drachmen Glaubersalz gelöst, und die Flüssigkeit in 2 Krüge vertheilt. In den einen Krug wurde etwas Süssholzzucker gebracht. Eben

*) Kastner, Archiv XV. S. 306.

**) Schweiggers neues Journal LXVI. S. 125.

so verfuhr er mit einer gesättigten Auflösung von Gips. Nachdem die verschlossenen Krüge 2 Jahre und 9 Monate an einem dunkeln Orte aufbewahrt und unversehrt geblieben waren, wurden sie geöffnet. Die einfache Glaubersalzlösung, so wie das einfache Gipswasser waren geruchlos, ungefärbt, und hatten keinen andern Geschmack, als denjenigen, welcher vom Glaubersalz und Gips herrührte. Die Glaubersalzlösung hingegen, welche mit der organischen Materie vermischt war, zeigte bei Eröffnung des Kruges einen starken Geruch nach Schwefelwasserstoff; beim Kochen des Wassers entwickelte sich Schwefelwasserstoff und Kohlensäure. Das Wasser selbst war nach dem Kochen alkalisch durch kohlensaures Natron. Ganz ähnlich verhielt sich die mit Süssholzzucker versetzte Gipslösung; sie hatte denselben Geruch nach Schwefelwasserstoff, und entwickelte beim Kochen ein Gemenge von Schwefelwasserstoff und Kohlensäure. Während des Kochens trübte sich das Wasser, und der Bodensatz bestand grössten Theils aus kohlensaurem Kalk, welcher durch die freie Kohlensäure aufgelöst erhalten wurde.

Aehnliche Versuche wurden mit Zucker, mit arabischem Gummi angestellt, und ganz gleiche Resultate erhalten. Schon nach 4 Monaten war Schwefelwasserstoff in geringer Menge vorhanden. Schneller noch wirkte Buchenholz. Aber keine organische Materie ist mir bekannt, welche in so kurzer Zeit die schwefelsauren Salze zerlegt, wie die im Badener Wasser vorkommende organische Substanz.

§. 73.

Aus dem Angeführten ersehen wir also, dass sich

Schwefelwasserstoff-haltige Wasser immer bilden werden, wenn mit schwefelsauren Salzen organische Substanzen in Berührung kommen. Der Gehalt an Schwefelwasserstoff, in manchen Mineralwassern nach langem Aufbewahren, welche ursprünglich frei von demselben waren, erklärt sich, wenn sie schwefelsaure Salze enthalten, sehr leicht durch die Annahme, dass in den Gefässen, welche zur Aufbewahrung dienten, Staub, Stroh oder ähnliche Körper zufällig vorhanden gewesen. So fand *Vogel* *) in dem Brückenauer Stahlwasser, welches 6 Jahre lang in verkorkten Gefässen im Keller aufbewahrt war, beim Oeffnen der Flaschen eine viel grössere Menge von Kohlensäure, als in dem frisch geschöpften, und einen besonders auffallenden Geruch und Geschmack nach Schwefelwasserstoff. Im vorigen Jahre hatte ich Gelegenheit, dieselbe Beobachtung mit Eger- und Pyrmonter-Wasser zu machen. In beiden war der Gehalt an Schwefelwasserstoff so bedeutend, dass sie für starke Schwefelwasser gehalten werden konnten.

Interessant ist auch die Beobachtung *Bischof's*, dass in Mineralwassern, welche nur wenige schwefelsaure Salze enthalten, unter Mitwirkung von organischer Materie, eine Schwefelkiesbildung erfolgen kann. In einem mit etwas Zucker versetzten Kohlensäure-haltigen Stahlwasser, welches 3 ½ Jahre aufbewahrt gewesen war, war alles schwefelsaure Natron zersetzt, und deutliche Schwefelkiesbildung wahrzunehmen. Diese Beobachtung beweist zugleich, dass Eisen-haltige Wasser, in welchen zugleich schwefelsaure Salze vorkommen, bei Einwirkung von organischer Materie ihr Eisen nach einiger Zeit ver-

*) a. a. O. XV. S. 312.

lieren können, indem es als Schwefeleisen abgesetzt wird. Auf die Bedeutung, welche die angeführten Beobachtungen auf die Bildung der Schwefelwasserstoff-haltigen Mineralquellen in der Natur haben, werde ich später Gelegenheit nehmen zurück zu kommen.

§. 74.

Welchen Antheil hat die im Thermalwasser vorkommende organische Materie an der Wirkung desselben auf den Organismus?

Der Geschmack des Wassers von heissen Mineralquellen wurde schon längst mit dem einer versalzenen Hühner- oder Taubenbrühe verglichen. Ebenso beobachtete man in der Nähe derselben einen fleischartigen Geruch, mit dem zu vergleichen, welchen man in und bei Küchen wahrnimmt, in welchen Fleisch gekocht wird. Auffallend stark soll diese Erscheinung in der Nähe des Sprudels zu Karlsbad wahrgenommen werden. *) Die Ursache dieses Geschmacks und Geruchs, glaubt man, seitdem die Aufmerksamkeit der Aerzte auf die organische Materie gelenkt wurde, in dem Vorkommen derselben im Wasser gefunden zu haben. Ich gestehe, dass ich nicht glauben kann, dass eine Materie, welche jedenfalls nur in geringer Menge vorhanden ist, und aus der man vergeblich Osmazon darzustellen versuchen wird, irgend einen Antheil an dieser Erscheinung habe. In der Nähe von Gradierwerken bemerkt man ebenfalls einen eigenthümlichen, nicht unangenehmen Geruch; kaum war das Brom entdeckt, so erinnere ich mich, dass von vielen behauptet

*) Osann, Heilquellen Europa's I. S. 101.

wurde, die Luft in der Nähe des Salzwerkes rieche ganz wie Brom, was jedenfalls eine Täuschung sein musste. Diesen Geruch soll man auch am Meeresufer wahrnehmen, wo er von den mit dem Wasserdampf mechanisch fortgerissenen Salztheilchen herrühren soll. Jeder, welcher Auflösungen von Chlorcalcium und anderen Salzen in grossen Quantitäten abgedampft hat, wird eine ähnliche Erscheinung wahrgenommen haben, und ähnlich erkläre ich mir auch den Geruch, den man in der Nähe des Sprudels zu Karlsbad und anderer heissen Quellen beobachtet.

Man hat nicht versäumt, dieser organischen Substanz einen grossen Theil der Wirkung der Heilquellen zuzuschreiben. *Brandes* *) meint: „In medizinischer Hinsicht scheint „dieser Substanz ein bedeutender Antheil an der Heilwir„kung zuzukommen, welche man an dem Mineralwasser „beobachtet hat, in welchem dieselbe enthalten ist. Auch „hat die Erfahrung hinlänglich den Nutzen gezeigt, wel„chen sogenannte mineralische Bäder in scrophulösen, „cachektischen, rachitischen und ähnlichen Krankheiten „gehabt haben, und in diesen Fällen sind insbesondere „auch jene Wasser geeignet, welche die azotisirte (?) „Substanz zu ihren Bestandtheilen zählen.“ Jedenfalls ein sonderbarer Schluss. *Kastner* **) sagt: „wie die „organische Substanz auf den lebenden, gesunden oder „kranken, Organismus wirkt, wissen wir nicht; aber ihr „im Voraus jegliche Art von besonderer Wirksamkeit ab„sprechen zu wollen, weil ihre Existenz sich an so ein„fache Bedingungen knüpft, oder weil sie in so geringer

---

*) Poggendorf, Annalen XIX. S. 93.
**) Kastner, Archiv XIII. S. 416.

„Menge zugegen ist, hiesse ganz vergessen, dass, so viel „bis jetzt bekannt, die Zusammensetzung der organischen „Alkalien eben nicht auf grössere Mannigfaltigkeit An- „spruch machen kann, und dass, abgesehen von aller „organischen Zusammengesetztheit, die Blausäure es auch „gerade nicht an ihren Bestandtheilen errathen lässt, „wess Geistes Kind sie ist.“ Diess letztere wird Niemand bezweifeln. Ist aber die oben aufgestellte Ansicht über den Ursprung dieser Materie richtig, und wie ich nicht zweifle, dann fällt jeder Vergleich mit Blausäure, Strychnin, Brucin etc. schon von selbst weg. Die Wirkung dieser Substanz lässt sich dann nur mit der vom ausgekochten thierischen Faserstoff (lang gekochtem Fleisch) oder thierischer Gallerte vergleichen. Es ist immer unpassend, sich bei Gegenständen, welche so leicht in grosser Menge zu haben sind, mit welchen man jeden Augenblick Versuche an sich oder an Thieren anstellen kann, in reine Vermuthungen, und wenn sie auch noch so geistreich sind, zu verlieren. Mit Redensarten kommt man in einer exacten Wissenschaft nicht weit. Ich kann die Versicherung ertheilen, dass die im Badener Wasser sich vorfindenden organischen Ueberreste, Lothweis genommen, nicht die geringste Wirkung hervorzubringen im Stande sind, und halte dafür, dass wenn 2 Mineralquellen vorkommen, welche in allen Beziehungen mit einander übereinstimmen, von denen die eine frei von der organischen Materie ist, die andere aber nicht, sich in ihren Heilkräften ganz gleich verhalten werden. Früher habe ich mich mit Bestimmtheit dahin ausgesprochen, dass sämmtliche Salze in einem Mineralwasser zu einem Ganzen vereinigt seien, d. h. dass alle in einer wechselseitigen Be-

ziehung zu einander stehen, nach welcher die Wirkung des Wassers zu beurtheilen sei. Von dieser Substanz aber behaupte ich, dass sie nicht zu der Mischung des Wassers gehört, sondern demselben nur beigemengt ist. Man kann sie im Wasser durch das *Microscop* erkennen, was mit den in demselben enthaltenen Salzen nicht der Fall ist.

V.

§. 75.

Untersuchung des Sinters, welcher sich aus dem Badener Thermalwasser absetzt.

Das Thermalwasser überzieht alle Körper, über welche es eine Zeitlang fliesst, mit einer weissen Steinmasse. Das Aussehen derselben ist sehr verschieden; theils bröcklich und mürbe, theils schaalenförmig, theils sehr hart, zeigt dann ganz das Ansehen des Arragonits, und ist polirfähig. Besonders hart findet man den Sinter, wenn das Wasser auf einen harten Körper fällt, z. B. im Schröpfbad, im Staadhof an der Trinkquelle im Hofe etc. Dagegen ist der Sinter, welcher sich entweder aus dem ruhigen oder aus dem langsamen fliessenden Wasser absetzt, stets mürbe.

Die Farbe des Sinters ist in der Regel weiss, und dann ganz Eisen-frei. Doch giebt es auch gelblich gefärbte und braune Sinter; übrigens enthalten auch diese sehr wenig Eisen, indem die Farbe grössten Theils von organischer Materie herrührt.

Das Gefüge ist theils ausgezeichnet faserig, theils krystallinisch, oft sehr dicht ohne krystallinische und faserige Textur. Die Aussenfläche ist in der Regel wellen-

ÜBER

DIE ENTSTEHUNG

DER

MINERALQUELLEN.

förmig, und bisweilen wie mit einem feinen Pelze überzogen; übrigens gibt es auch glatten Sinter, der dem gewöhnlichen Kalkstein vollkommen gleicht.

Der sehr dichte krystallinische und faserige Sinter ist durscheinend, was noch bei 1/4 Zoll dicken Stücken bemerkt wird; er hat dann die Härte des Marmors.

Vor dem Löthrohr verhält er sich wie Arragonit. Er schwillt auf und zerfällt dann in ein sehr feines weisses Pulver. In einem kleinen Glaskolben erhitzt, erhält man etwas Wasser.

Das spezifische Gewicht fand ich nicht bei allen gleich. Der härteste faserige hatte ein sp. G. von 2,634, dasjenige des mürben wechselte zwischen 2,325—2,594.

Die Untersuchung des Sinters geschah nach der in §. 20—21. angegebenen Methode. Zur Bestimmung des Fluorcalciums wurden 50—80 Gramm angewandt. Auf Lithon wurde nicht untersucht. Die Auflösung in Salzsäure erfolgte vollständig. Fluorsiliciumkalium wurde nicht aufgefunden.

Es folgen die Resultate einiger untersuchter Sinter.

a) Weisser Sinter, sehr hart, faserig, enthält:

Kohlensauren Kalk	95,130
Schwefelsauren Kalk	2,723
Kohlensaure Bittererde . . .	0,023
Kohlensauren Strontian . . .	0,231
Fluorcalcium	0,500
Phosphorsaure Thonerde . .	0,300
Wasser	0,493
	99,400

b) Schaalenförmiger Sinter, hart, dicht, etwas gelblich gefärbt, enthält:

Kohlensauren Kalk	95,230
Schwefelsauren Kalk	3,009
Kohlensaure Bittererde . . .	0,005
Kohlensauren Strontian . . .	0,261
Fluorcalcium	0,723
Phosphorsaure Thonerde . .	0,245
Wasser	0,527
	100,000

c) Zusammenstellung der Analyse des beim Stehen des Wassers sich bildenden Absatzes nach §. 20, 21 und 22.

Kohlensaurer Kalk	96,170
Schwefelsaurer Kalk	2,340
Kohlensaure Bittererde . . .	Spuren
Kohlensaurer Strontian . . .	0,190
Fluorcalcium	0,600
Phosphorsaure Thonerde . .	0,250
Wasser	0,450
	100,000

I.

BILDUNG
der Mineralwasser im Allgemeinen.

---

§. 76.

Wer Gelegenheit hatte, Thermalquellen zu beobachten, welche ohne Unterbrechung seit Jahrtausenden aus dem Schoosse der Erde hervorquellen, beladen mit einer Menge fixer und flüchtiger Bestandtheile, hat sich ohne Zweifel die Fragen gestellt: Woher erhalten dieselben ihre festen und gasförmigen Theile? wie werden sie erwärmt?

Das Merkwürdige und Grossartige der Erscheinung sowohl, als die oft wunderbare Wirkung des Wassers auf den kranken Organismus hat Viele so begeistert, dass sie ihrer Phantasie freien Lauf liessen, und, zum Theil alle bekannten Erfahrungen überspringend, von einem rein poetischen Standpunkte die Bildung der Mineralquellen auffassten, und sie als organische Schöpfungen eines auch im sogenannten unorganischen Reiche allgemein wirkenden *Urlebendigen* betrachteten. Es lässt sich nicht läugnen, von dem bezeichneten Standpunkte ist viel Schönes und Geistreiches über die Entstehung der Mineralquellen so von *Schelling*, *Steffens*, *Keferstein*, *Rullmann*, *Alexis* und vielen andern gesagt worden.

Ich will in der Kürze einige von diesen Ansichten über die Bildung der Mineralquellen mittheilen. Dieselben lassen sich in *rein naturpoetische* und in *naturphilosophische* eintheilen. Die erstern sind reine Phantasiestücke, die letztern hingegen nehmen mehr oder weniger auf die vorliegenden Erfahrungen Rücksicht, und benutzen von denselben so viel, als gerade für die aufzustellenden Sätze passend erscheint.

§. 77.

Naturpoetische Ansichten.

Hier verdienen ganz vorzüglich die Ideen *Kefersteins* erwähnt zu werden, welche derselbe in seiner Naturgeschichte des Erdkörpers *) über die Bildung der Mineralwasser mitgetheilt hat. Es folgen die Hauptsätze:

1) Die Elementarstoffe können neu gebildet werden durch Transmutation. Diess zeigt der Athmungsprozess der Thiere. Es ist constatirt, dass sich Sauerstoff in Kohlensäuregas umwandelt; folglich wird Kohle in ausserordentlicher Menge fortwährend auf diese Art neu gebildet. Da beim Athmen auch zugleich Wasserdunst ausgehaucht wird, so wird auch Wasserstoff erzeugt.

2) Da die Pflanzen aus der Luft Wasser- und Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff aufnehmen, und sich aus diesen Körpern neue Stoffe bilden, als Kalk, Kiesel etc., welche Stoffe man in den Pflanzen antrifft, so folgt überhaupt die Annahme, dass diejenigen

*) Die Naturgeschichte des Erdkörpers in ihren ersten Grundzügen dargestellt, von Ch. Keferstein. Leipzig 1834. I. S. 2—90.

chemischen Elemente, welche am häufigsten in der Natur vorkommen, wie Kiesel, Kalk, Thonerde, Kali, Natron, Schwefel und Phosphor, Eisen, Mangan und Kupfer durch die Vegetation (und Animalisation) fortwährend und in grossen Massen erzeugt werden. Da nun mit diesen die übrigen Elemente im innigsten Verbande stehen, so dringt sich uns die Ueberzeugung auf, dass alle *chemischen Elemente* als Produkte der Organisation betrachtet werden können, dass alle aus Luft und Wasser hervorzugehen vermögen, oder: dass Sauer-, Wasser-, Stick- und Kohlenstoff sich in einander und in alle andere Stoffe umzubilden vermögen. Wo daher Luft und Wasser gegeben sind, ist die Möglichkeit vorhanden, dass alle chemischen Grundstoffe entstehen können.

3) Wie im organischen Reich die chemischen Elemente sich aus Luft und Wasser bilden können, ebenso bilden sich die, jenen ganz gleichen Elemente des unorganischen Reiches; sie entstehen durch ähnliche Metamorphose.

4) Die Quellen sind nicht mechanische Produktionen, nicht durch chemische Auflösung gebildet, sondern erscheinen als das Resultat eines morphologischen Prozesses. Eine jede wahre Quelle hat eine eigenthümliche Qualität, Quantität und Temperatur. Die Quellen sind an gewisse Schichten gebunden, und hier an gewisse Punkte, wo *jeder Tropfen mit seiner besondern Qualität und Quantität und Temperatur gebildet wird.* Das Gestein, aus dem die Quellen entspringen, ist für dieselben ganz ohne chemischen Einfluss. Hingen sie von der chemischen Auflösung

ab, so müsste man überall in der Erde leere Räume finden, die mit den Quellen im Verhältniss ständen. Das Gestein verhält sich aber zur Quelle, wie die Arterie zum Blut. Unverkennbar ist die grosse Analogie, die zwischen den Flüssigkeiten in den organischen Körpern und denen innerhalb der Erdrinde Statt hat. Sind jene eigenthümliche Gebilde, erzeugt nach ganz anderen chemischen Gesetzen, so sind es auch diese; hängen jene innigst zusammen mit dem Athmungsprozesse, und sind nur Metamorphose von Luft und Wasser, so ist das Gleiche auch bei diesen der Fall.

5) Die unorganischen Körper absorbiren, wie die organischen, den Sauerstoff der atmosphärischen Luft, der daher fortwährend von der ganzen Masse der Erdrinde inhalirt wird; es verhält sich daher die Erde zu derselben, wie die organischen Körper. So wird fortwährend eine unberechenbare Masse von atmosphärischer Luft in die Erde einströmen, und dieselbe wird, wie im organischen Körper, in Wasser und in eine grosse Menge von chemischen Stoffen umgewandelt, die theils als Gasarten, theils als feste Bestandtheile emanirt werden. So erscheinen die Quellen als das Resultat eines organischen Prozesses; ihr Herauftreten ist der entgegengesetzte Akt einer stäten Inhalation. So wird es begreiflich, wie fortwährend unendliche Massen fester Stoffe zu Tage gefördert werden können, ohne dass der kleinste leere Raum entsteht; wie jede Quelle sich als ein besonderes, durch Qualität, Quantität und Temperatur ausgezeichnetes *Individuum* darstellt, welches wohl mit der

Atmosphäre in einem gewissen Connex steht, ohne aber von dieser auf eine mechanische Art abhängig zu sein; wie die Quellen zu Tage kommen, zu einer ausserordentlichen Höhe aufsteigen können, ohne dass ein heberartiger Apparat vorhanden ist, den das Wasser bedarf, welches *von der Natur getrennt*, nur mechanischen Gesetzen folgt.

6) Dass die differenten Stoffe, aus welchen die Quellen bestehen, aus der homogenen atmosphärischen Luft durch Metamorphose entstanden sind, wird dadurch bestätigt und ausser allen Zweifel gesetzt, dass innerhalb der Atmosphäre diese Differenz aufgehoben wird, die gegentheilige Metamorphose eintritt, und die verschiedenen chemischen Stoffe zu atmosphärischer Luft wieder umgebildet werden. Das Kohlensäuregas, Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas etc. verliert seine Qualität in dem Momente, wie es in die Atmosphäre tritt. Die Atmosphäre behält immer ihre constante Qualität, was nur möglich ist, wenn die besondern Qualitäten von Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel vernichtet, dagegen aber die von Sauer- und Stickstoff hergestellt werden. Räumt man ein, was nicht zu läugnen ist, dass Schwefel-, Wasser- und Kohlenstoff sich in Stick- und Sauerstoff metamorphosiren müssen, so ist der entgegengesetzte Prozess von selbst klar, und man begreift dann wohl, wie durch den Quellenbildungsprozess eine grosse Reihe von chemischen Elementen sich als Metamorphose der atmosphärischen Luft bilden und erzeugen können.

7) Wie gemäss des Athmungsprozesses der organische Körper in allen seinen Theilen Luft enthält, so finden

wir auch innerhalb der Erde überall eine unterirdische Atmosphäre, die mit der überirdischen im innigsten Connexe stehet. Die Kohlensäure und die übrigen irespirablen Gasarten, welche die Gesteine der Erde emaniren, gleichen der Exhalation der mit Respirationsorganen versehenen Thiere. Diese emanirenden Gesteine sind ein eigenthümliches Produkt der Erde, und nicht Erzeugniss eines direkten chemischen Prozesses.

8) Jede Quelle hat eine bestimmte Individualität, die sich ewig constant bleiben muss, indem die Bedingungen zur Bildung sich ewig gleich bleiben. Mit der chemischen Constitution der Schichten stehen die Quellen in keinem Zusammenhang. Lager von kohlensaurem Kalk liefern keine Sauerquellen; Steinsalz keine Salzsoolen. Die Quellen treten aus den Schichten hervor, welche frei von ihren Bestandtheilen sind.

9) Werden die Stoffe aus ihren natürlichen Verhältnissen durch den Menschen herausgerissen und isolirt, so bleibt für diese Zeit auch die fixirte Form. Was im Leben der Natur nur eine Durchgangsstufe war, bleibt nun für das Experiment constant und unveränderlich, erscheint als chemisches Element, und so lange es der Chemiker in seiner Hand fest hält, ist es der Transmutation nicht fähig. Beim morphologischen Prozess werden Stoffe neu gebildet, beim chemischen wirklich vorhandene geschieden. Der erstere verhält sich zum letztern, wie die *generatio aequivoca* zu der Fortpflanzung durch Zeugung. Alle gegebene und vorhandene Geschlechter pflanzen sich durch Zeugung fort; und die Zeugung erfolgt immer auf dieselbe

Art, so lange die Geschlechter gegeben bleiben. Dieses Verhalten schliesst nicht auch eine andere Art der Zeugung aus, wie die spontane Erzeugung lehrt, aus welcher ursprünglich alle Geschlechter hervorgegangen sind. Amen.

§. 78.

Naturphilosophische Ansichten.

1) Die Mineralquellen entstehen nicht in Folge von Auflösung irdischer Theile im Innern der Erde; sie sind das Produkt galvanischer Thätigkeit. Ihre Bildung erfolgt durch galvanische Batterien im Innern der Erde durch einen *organisch - tellurischen - Galvano-Chemismus.*

2) Die Theorie muss die Natur mit lebendiger Kraft umfassen, und deren *unendliches Leben* in sich nachbilden, und die Erzeugnisse, welche sich in und aus ihr entwickeln, müssen gleiche Kraft und unendliche Tiefe haben, wie die herrlichen Generationen selbst, die aus der Idee der Natur entsprossen sind.

3) Die *Seele der Natur* ist die Idee ihres ungetrübten *Lebens*, ihr *Leib* die Erscheinung dieses reinen und durchaus klaren Lebens im getrübten Lichte. Was als leiblich erscheint, ist gebrochen, und darum ein Gegenstand ungleichartiger Sinne, deren jeder das Ganze, nur in einem besondern Gesichtspunkte, darstellt. Das Licht ist die reinste Form der Beseelung der ganzen Natur. Die sinnlichen Körper sind nichts anders als Anhaltspunkte der unendlichen Bildungskraft der Natur.

4) Ueberall, in allen Felsarten und mineralischen Substanzen, wallet ein lebendiges Element; dem menschlichen Sinne nicht in seinem wahren Wesen, sondern nur in dessen vielfachen Wirkungen bemerkbar.

5) Dieses lebendige Element ist das *Urlebendige*, welches allem andern Leben vorausgeht, demselben zu Grunde liegt, und ohne dessen Kenntniss und Erforschung der menschliche Geist nimmermehr zu einer wahren Ansicht des Wunders alles Lebens in der Natur gelangen wird.

6) Die bisher gezogenen Grenzen zwischen lebendiger und todter Natur müssen vernichtet werden. Ein *unbegreifliches reiches Urleben* wallet ewig bewegend und strömend durch alle Theile, selbst des ganzen Mineralreichs.

7) Es giebt eine mineralische Urorganisation. Diess zeigt sich in dem Bau der *Schichtensysteme* aller Felsgebilde der Erde, in *dem periodischen Wiederkehren* derselben Schichtenpaare und Schichtenmassen.

8) Der Erdplanet ist eine ungeheure *voltaische Säule* in Kugelgestalt. In dem Schichtensysteme des Urfelsgebildes findet sich der ganze Reichthum der metallischen Körper, Kohlenstoff, Salz- und Säure-haltigen Substanzen niedergelegt. Die Schichten stehen theils senkrecht, theils schiessen sie so steil ein, dass in den Zwischenräumen der Schichtenpaare beständig Regen- und Schneewasser einfiltrirt. Dieses Wasser bildet den Leiter. Was zur höchsten Wirksamkeit einer voltaischen Säule nothwendig ist, findet sich in dem Bau und in den Substanzen des Urfelsgebildes nach dem grössten Maassstabe wieder.

9) Da die magnetischen und elektrischen Erscheinungen

identisch sind, so ist die Erde auch ein *ungeheurer Magnet*, und mittelst ihrer Eigenschaft als *voltaische Säule* und als *Magnet* und wegen ihrer runden Gestalt und ihres Umschwunges als *elektrisch ewig wälzende Kugel* ein *lebendiger Körper*, mit der reichsten Fülle des *Urlebendigen* ausgerüstet.

10) Die Substanzen, welche die Chemie bei der Zerlegung der mineralischen Körper abscheidet, sind gleichsam nur das Knochengerüst des Körpers; das geistige Element aber, welches jene verschiedenen Bestandtheile nicht bloss unter einer gewissen bestimmten Gestalt vereinigt, sondern ihnen auch unter dieser Vereinigung einen individuellen, durch gewisse Eigenschaften sich verkündigenden Naturcharakter giebt, entwischt bei der chemischen Untersuchung eben so, wie das Leben eines Thieres bei seiner Tödtung. Die Felsarten und die mineralischen Substanzen sind aber in ihrem lebendigen Zustande zu betrachten, während welchem jenes geistige Element den Ausdruck und die Züge des Naturcharakters erhält und vielfach spielen lässt.

11) Die Mineralquellen sind daher lebendige Schöpfungen der mineralischen Urorganisation, organische Produkte des tellurischen Galvanismus. Unermesslich ist das Feld, welches die Lebenserscheinungen des mineralischen Reiches der Beobachtung und Untersuchung eröffnen, und kaum stehen wir am Anfangspunkte dieser ungeheuern Bahn. Leblos und kalt galt bisher jedes Glied, jeder Körper des mineralischen Reiches, und verachtend ging der Blick dabei vorüber etc.

§. 79.

Würde man diese Ansichten bei ihrer Beurtheilung, immer für das, was sie sind, für reine Phantasiebilder gehalten haben, der schonungslose Streit zwischen den exacten Naturforschern und diesen, wenn es zu sagen erlaubt ist, Naturdichtern wäre sicher nicht entstanden. Indem aber die ersteren Alles reel auffassten, was die reiche Phantasie der letztern Schönes gedichtet, und diese Phantasiegemälde auf dem Wege des chemischen Experimentes angriffen, bei der Wasser- und Feuerprobe aber, welcher dieselben unterworfen wurden, natürlich keinen Grund und Boden, keinen Kern finden konnten für ihre Untersuchungen, so erklärten sie alles für reines Hirngespinnst. Die Naturphilosophen hingegen verlangten ausdrücklich, dass ihren Ansichten wissenschaftlicher Werth zugestanden werden müsse; sie ärgerten sich über die so unbarmherzige, und es lässt sich nicht läugnen, auch verkehrte Beurtheilung derselben von Seite der Chemiker; sie geriethen durch diese Verachtung ihrer poetischen Produkte, bei ihrem reizbaren Temperamente in Feuer und Flamme, und verwarfen die Untersuchungen der Chemiker als rein empirisch, als gedanken- und geistlos. Diese entgegengesetzten Ansichten brachten nach und nach die Gluth zur Flamme, und der Streit wurde eine Zeitlang mit solcher Hitze auf Tod und Leben geführt, dass selbst die Thermalwärme der heissesten Quelle kalt dagegen erscheinen musste.

§. 80.

Das bestimmte Begehren der Naturphilosophie, d. h. derjenigen Philosophie, welche das ganze Gebiet der mensch-

lichen Kenntnisse umfassen, und alle Erscheinungen und Gesetze der Natur aus einem allgemeinen höchsten Prinzipe erklären will — dass ihren Ansichten wissenschaftlicher, unvergänglicher Werth zugestanden werden müsse, hat öfters zu den bittersten, beleidigendsten Ausfällen von Seite der sogenannten Empiriker Veranlassung gegeben. „Von welcher Seite," sagt ein geistreicher Engländer, *) „man auch diese erhabene Poesie betrachten mag, von „allen zeigt sie sich gleich wenig reizend. Von allen „Missbräuchen, die man mit dem Worte Philosophie ge„trieben hat (und ihrer ist keine kleine Zahl), ist der „gegenwärtige der erniedrigste. In den Träumereien *Plato's* „erkennt man das Genie, welche sie ihm eingegeben hat, „und wo *Buffon* sich seiner Phantasie überlässt, wird er „der schönen Benennung, die er sich erworben hat, nicht „ungetreu. Doch in diesem Wortgeniste (es werden eine „Menge solcher naturphilosophischer Redensarten angeführt) sucht man umsonst nach Zügen, welche für den „Mangel an Wahrheit entschädigen könnten, und es lässt „sich für weiter nichts als für eine Injurie gegen den „gesunden Menschenverstand nehmen" etc.

Die Naturphilosophen ihrerseits appellirten laut gegen eine nur alltägliche Auffassung ihrer Ideen. Sie erklärten, dass zu ihrem Begreifen eine besondere Fähigkeit erfordert werde, mit der nur wenige Menschen bis jetzt begabt seien. Der tiefe Sinn dieser wenigen Forscher aber, das vielfache Wunder des Lebens in der grossen heiligen Natur ahnend, beginne rastlos mit Späheraugen diesen neuen Weg zu verfolgen.

---

*) Gilberts Annalen XX. S. 446.

§. 81.

Wie es jedoch mit den ewigen Wahrheiten der Naturphilosophen stehet, wird daraus klar, dass, während der eine einen ungeheuern galvanischen Riesenprozess im Innern der Erde annimmt, und in demselben die lebendige Urkraft, die Schöpferin der lebendigen Quellen erblickt, läugnet der andere geradezu jeden Antheil dieser Schichtenmassen an der Bildung der Quellen; nur gewisse Punkte des festen Mineralreichs sind es, wo jeder Tropfen mit seiner besondern Qualität, Quantität und Temperatur erzeugt wird. So deutet jeder Philosoph die Natur auf seine Weise, jeder glaubt ihren einzigen wahren Grund erkannt zu haben, und jeder sucht die ewigen Wahrheiten des andern zu widerlegen.

Jedoch sind die meisten Naturphilosophen weit davon entfernt, von den Erfahrungen der Empiriker ganz und gar keine Notiz zu nehmen, dieselbe nicht zu neuen Ansichten zu benutzen. Die Entdeckungen *Newton's*, *Lavoisier's*, *Berthollet's*, *Berzelius's*, *Davy's* etc. sehen sie immerhin für brauchbare Materialien an. Sie betrachten aber diese Empiriker als Steinklopfer, welche das rohe Material zu rechte richten, welches sodann der eigentliche Naturphilosoph geistig verarbeitet, und ihm in seinem schon fertigen, die ganze Natur umfassenden Systeme eine Stelle anweist.

Es lässt sich jedoch leicht nachweisen, dass alle Ideen der Naturphilosophen, welche wirklichen Werth haben, theils aus gründlichen, von Ihnen selbst angestellten, exacten Untersuchungen, theils aus den Facten der Empirie hervorgegangen sind. Aber Neues haben sie mit der blossen Spekulation wenig oder nichts hervorgebracht. Diese wissen-

schaftlichen Ansichten aber rühren eben so gut von den Empirikern, als von den Philosophen her. Haben die erstern eine Erfahrung gemacht, oder ein Naturgesetz auf dem Wege der Erfahrung festgesetzt, so benutzen sie dieselbe zur Hervorrufung neuer Wahrheiten. Dazu gelangen sie nur durch Spekulation; sie lassen ihrer Phantasie gleichfalls freien Lauf, aber wenn sie auf Irrwege gerathen will, so stellen sie derselben die Urtheilskraft entgegen. Sie suchen ihre Spekulationen immer auf dem Wege der Erfahrung zu bewahrheiten, und hüten sich etwas zu behaupten, was mit Grundwahrheiten nicht in Einklang gebracht werden kann. Sie unterscheiden genau Hypothese (die oft nicht entbehrt werden kann) und Theorie. Die Naturphilosophen hingegen benutzen oft kaum constatirte Erfahrungen zum Aufbau der kühnsten Spekulationen. Sie verkünden sogleich neue Ansichten, und bewährt sich später eine derselben durch die Untersuchungen der Empiriker, so treten sie hervor, und behaupten, schon vor vielen Jahren die Entdeckung gemacht zu haben.

Als der Zusammenhang zwischen dem elektrischen und chemischen Gegensatze durch das Experiment nachgewiesen war, nachdem *Oerstedt* gezeigt, dass die elektrischen Erscheinungen von magnetischen begleitet werden, lag die Idee ganz nahe, dass auch umgekehrt der magnetische Strom mit elektrischen Erscheinungen zusammenhänge. Gewiss jeder Physiker und jeder Chemiker hatte diese Ansicht. Ein grosser Philosoph hat sie öffentlich ausgesprochen. Nach vielen Jahren gelang es auf das Glänzendste *Faraday*, durch das Experiment die Richtigkeit des aufgestellten Satzes nachzuweisen. Nun trat der Philosoph auf, und machte seine Ansprüche geltend.

§. 82.

Ich bin weit entfernt zu behaupten, dass nicht einzelne Naturphilosophen viele Ideen geweckt, und die Verdienste zu läugnen, welche sich unstreitig mehrere um die Naturwissenschaft erworben haben. Meine Absicht war, vorzüglich die Gründe zu entwickeln, welche den oft schonungslosen Streit zwischen ihnen und den sogenannten Empirikern veranlasst haben, und schliesse dieses Kapitel mit den Worten *Usteri's*, die ich aus seiner Rede, welche er zur Eröffnung der Sitzungen der naturforschenden Gesellschaft am 20. September 1827 gehalten hat, entlehne. „Der Ruhm, den einige ausgezeichnete „Namen, welche dieser Philosophie Ansehen verliehen, „sich erworben, ruht jetzt nur noch, aber um so sicherer „und befriedigender, auf dem anderweitigen Verdienste, „das eben diese Männer sich durch treue Naturbeobach„tungen bereits erworben hatten. Wir verachten sie „keineswegs, halten sie vielmehr in grossen Ehren, jene „rationelle Erkenntniss, die der Beobachtung folgt, und „auch wohl mit ihr Hand in Hand geht; die das Beob„achtete ordnet, vergleicht und scharfsinnig die Gesetze „des Zusammenhangs der Erscheinungen, oder die Har„monie des in diesen sich offenbarenden Ganzen auszu„mitteln versucht. Wir halten sie in grossen Ehren diese „Uebungen des scharfsinnigen Denkens in der Naturfor„schung, wofern sie — statt dem blendenden und eiteln „Ziele nachzustreben, für das Bild unserer Phantasie, das „nur Einheit in der Natur heisst, die waltenden Gesetze „vollends zu ergründen, — sich vielmehr das andere, „jederzeit zu erreichbare Ziel setzen, mittelst der Hypo„these und Theorie das Bedürfniss neuer und zuvor

„unterlassener Beobachtungen einleuchtend zu machen,
„aus dem alle Mal unfehlbarer Gewinn erwächst, ent-
„weder dass sie die Hypothese, durch die sie veranlasst
„worden, einstweilen zu bestätigen scheinen, oder dass
„sie den Ungrund derselben nachweisen. Mit einem Worte,
„wir ehren die Naturphilosophie, wenn sie eine *Inter-*
„*pretatio naturae*, nicht aber eine *Anticipatio naturae* ist."

§. 83.

Wissenschaftliche Theorie über die Entstehung der Quellen.

Es lässt sich nicht läugnen, die Fragen: woher nehmen die Quellen ihre aufgelösten Theile, und besonders wie werden die Thermen erwärmt? sind schwierig ganz genügend zu beantworten, theils weil man an den Ort nicht gelangen kann, an welchem die Anschwängerung mit den ponderablen Stoffen und die Erhitzung erfolgt, theils weil die Theorie, welche für eine Quelle aufgestellt werden kann, oft auf eine andere nicht anzuwenden ist, und gewisser Maassen jede Quelle ihr eigenes Studium verlangt. — Wollen wir eine rationelle Theorie über die Entstehung irgend einer Quelle aufstellen, so müssen wir alle Umstände berücksichtigen, welche auf irgend eine Weise mit derselben in Zusammenhang gebracht werden können. Die Theorie darf mit anerkannten physischen, chemischen, geognostischen und geologischen Wahrheiten nicht im Widerspruch stehen; im Gegentheil sie wird nur dann Ansprüche auf Glaubwürdigkeit machen können, wenn sie zur Befestigung derselben beiträgt.

Eine Theorie über die Entstehung der Quellen wird nur dann eine vollständige genannt werden können, wenn sie folgende Fragen zu beantworten im Stande ist: 1) Wie

erhalten die Quellen ihr Wasser? 2) woher erhält das Wasser seine fixen und gasförmigen Bestandtheile? und 3) wie werden die Thermen erwärmt?

II.

§. 84.

Wie erhalten die Quellen, sowohl die Heil- als gewöhnlichen Quellen ihr Wasser?

Die Heilquellen so wie sämmtlich vorkommende Quellen, erhalten ihr Wasser von atmosphärischem Wasser — Regen, Schneewasser, Thau etc.

Um die Möglichkeit einzusehen, dass atmosphärisches Wasser in das Innere der Erde eindringen, und an einer gewissen Stelle wieder zu Tage kommen kann, müssen wir zuerst einen Blick auf die Oberfläche und in das Innere der Erde richten.

Die Untersuchung der Erdrinde hat auf das Bestimmteste nachgewiesen, dass das Gestein, aus welchem dieselbe besteht, nicht überall gleicher Natur ist. Man überzeugt sich leicht, dass die Oberfläche der Erde durch, in mehr oder weniger langen Zwischenräumen erfolgte, ungeheuere Revolutionen verändert, und die verschiedenen Gesteine, welche die Oberfläche bedecken, zu verschiedenen Zeiten entstanden sind. Die Geognosten unterscheiden daher, je nach dem Alter, Ur- oder primitive Formationen, secundäre und tertiäre Gebilde, und mit Berücksichtigung der Entstehungsart, vulkanische und neptunische Gesteine. Diese Felsarten erscheinen entweder als geschichtete oder nicht geschichtete, als poröse Wasserdurchlassende oder Wasser-dichte Massen.

Die Urgebirge, wie Granit, und die vulkanischen

Berge, wie Porphir, sind in der Regel nicht geschichtet. Es finden sich zwar in denselben Spalten und Risse, wodurch diese Gesteine oft ein sehr grossartiges Ansehen erhalten, weil durch dieselben die Blöcke öfters bis zu ungeheuern Höhen isolirt erscheinen. Aber auch selbst die kleinsten Risse in diesen Bergen stehen nicht mit einander im Zusammenhang, woraus deutlich hervorgeht, dass dieselben durch Bersten der Gebirgsmassen, und nicht in Folge langsamer Absetzungen entstanden sind. Denkt man sich nun, dass in diese Risse von oben Wasser gelangt, so wird dasselbe nicht weit in die Gebirgsmasse gelangen können, sondern in einer gewissen Tiefe, in welcher diese Risse nach Aussen sich münden, wieder hervorbrechen, weil dieselben nicht unter einander communiciren und sich in der Regel nicht weit in das Innere fortsetzen. Es ist natürlich, dass die Stärke des Ausflusses sich ganz genau nach der Einfiltrirung von Oben richten muss.

In diesen Gebirgen findet man nun in der That sehr viele Quellen, aber fast nur sogenannte Hungerquellen, welche bei anhaltendem trocknem Wetter oft gänzlich verschwinden, und ohne Zweifel nur in geringer Entfernung von der Stelle zu Tage kommen, an welcher die Einsaugung des atmosphärischen Wassers Statt gefunden.

§. 85.

Anders verhält es sich mit den secundären und tertiären Gebirgsmassen. Ich würde mich zu weit in das Gebiet der Geologie verlieren, wenn ich alle Verhältnisse, welche zwischen den primitiven, secundären und tertiären Gebirgsarten beobachtet werden, aus einander setzen wollte, und es genüge daher die allgemeine Bemerkung, dass die ersteren

nur selten auf der Oberfläche der Erde einen zusammenhängenden grösseren Raum einnehmen, sondern meisten Theils von den secundären und tertiären Gebilden, denen bestimmte Schichtungs- und Lagerungs-Verhältnisse zukommen, unterbrochen werden. Wir haben daher, und es unterliegt keinem Zweifel, anzunehmen, dass gewaltige Revolutionen, welche mit der ersten Bildungsgeschichte der Erde zusammenhängen, die erstarrte Oberfläche derselben gewaltsam zerrissen, dadurch Becken von der grössten Ausdehnung entstanden, die in spätern Zeiten durch verschiedene, ohne Zweifel wässrige Absetzungen ausgefüllt wurden, so dass die primitiven Felsarten ihren Zusammenhang nur noch in grossen Tiefen zeigen, und oft nur an weit von einander entfernten Orten dem Auge sichtbar werden.

Hieraus wird es klar, wie die secundären und tertiären Gebirgsarten, welche diese Becken ausfüllen, oft weite Strecken eben fortlaufen können, wie an den Beckenwandungen aber ein Aufsteigen und Anlegen an das ältere Gestein Statt finden, und so der ebene Theil rings von Hügeln und Bergen umschlossen sein muss. Die zu den secundären oder tertiären Formationen gehörenden Gebirge sind jedoch nicht alle gleicher Natur. Sie sind in langen Zwischenräumen entstanden, und der Charakter jeder neuen Bildung ist von dem der frühern verschieden; öfters jedoch haben sich in verschiedenen Zwischenräumen dieselben Absetzungen wiederholt. Diese verschiedenen Schichtungsverhältnisse sind an dem Rande des Beckens, wo sie gewöhnlich zu Tage ausgehen, leicht zu erkennen. Diese Schichten sind nun theils lockere, poröse, sehr zerklüftete, Wasser aufnehmende und durchlassende, theils wasserdichte, welche mit einander wechseln. Zu den

erstern gehört der Sand, der zerklüftete schiefrige Sandstein, der kreidige Kalkstein etc., zu den letztern besonders der Thon, der sandige Lehm etc.

§. 86.

Kommt nun mit den lockern Schichten, an den Stellen, wo sie zu Tage ausgehen, atmosphärisches Wasser in Berührung, so wird dasselbe von beiden Seiten durch die Schichten hindurchdringen, und sich besonders in den tiefer gelegenen Theilen ansammeln. Nach und nach werden alle Höhlen und Zwischenräume mit Wasser erfüllt werden, und in der Tiefe dasselbe vor der Verdunstung geschützt sein. Ruhen nun diese lockern Schichten auf einer wasserdichten, so wird das in den ersteren enthaltene Wasser nicht tiefer sinken können, es sei denn, dass an einigen Punkten auch die letztere zerklüftet wäre. In diesem Falle wird sich das Wasser noch tiefer senken, bis zuletzt vollkommen dichte Schichten jede weitere Senkung unmöglich machen. Der Druck, den die untersten Wassermassen auszuhalten haben, wird um so grösser sein, je tiefer sich die lockern Schichten senken. Sind nun die obern Gebirgsmassen zerklüftet, so wird das in der Tiefe vorkommende Wasser mit Gewalt sich durch dieselben hindurchdrücken, und an einer gewissen Stelle des Erdbodens als Quelle zum Vorschein kommen. Diese Stelle kann oft weit entfernt sein von dem Orte, an welchem das Wasser aufgenommen und in das Innere der Erde geleitet wurde. Ist aber der Wasservorrath zwischen zwei wasserdichte Schichtenmassen eingeschlossen, und wird die obere wasserdichte Schicht durchbohrt, so wird das Wasser durch die entstandene Oeffnung mit einer

gewissen Gewalt so hoch steigen, als dem Druck und der Höhe des Wasserstandes in den lockern Schichten entspricht. Hierauf gründet sich die Theorie über das Bohren der artesischen Brunnen. Es ist sehr leicht zu begreifen, wie in nicht weit von einander entfernten Stellen sehr verschiedene Quellen, besonders noch in Beziehung der Gewalt, mit der sie hervorbrechen, vorkommen können, wenn man nur bedenkt, dass verschiedene Schichtenverhältnisse vorkommen. Je tiefer diejenigen sich erstrecken, aus welchen die Quelle ihre Nahrung erhält, desto heftiger wird sie emporsteigen, weil überhaupt die Heftigkeit des Steigens mit den Niveau-Differenzen im Verhältniss steht. Wenn man ferner bedenkt, welche ungemein grosse Ausdehnungen gewisse Lagerungsverhältnisse haben, Ausdehnungen, welche oft 40, 50, 60 und mehr geographische Meilen betragen, so wird man auch leicht begreifen, dass das Erscheinen von Quellen in sehr grossen Ebenen, die frei sind von Bergen und Hügeln, doch auf gleiche Weise erklärt werden muss. Eben so einleuchtend ist es, dass, je tiefer die Schichten gehen, je grösser ihre Ausdehnung ist, desto bedeutender der Wasservorrath sein muss, und desto weniger atmosphärische Einflüsse, wie Trockenheitszustand etc., eine bemerkbare Veränderung hervorbringen können.

§. 87.

Diese so einfache Theorie über die Entstehung der Quellen ist von denjenigen angegriffen worden, welche dieselbe gerne als Produkte einer eigenthümlichen Lebensthätigkeit der Erde halten. Sie behaupten 1) dass nach vielen Beobachtungen das Regenwasser nur wenige Fuss

tief, selbst nach langer Dauer, in den Boden eindringen könne, und 2) dass die Menge des atmosphärischen Wassers der Menge des Quellwassers nicht entspreche. „Jeder Landmann „und Gärtner," sagt *Keferstein*, *) „weiss recht wohl, „dass die atmosphärischen Wasser nur wenige Fuss tief „in die Erde dringen. Die Untersuchungen von *de la* „*Hire* im Jahr 1807, von *Buffon* und mehrern andern „haben es ganz ausser Zweifel gesetzt, und zwar durch „genaue Beobachtungen, dass Wasser nicht tiefer als „2—3 Fuss in die Erde eindringe." Aber mit welchem Boden wurden diese Untersuchungen angestellt? auf welche Erde beziehen sich die Beobachtungen des Landmanns und des Gärtners? Mit der und auf die Ackererde. Sind aber die Felsen der Berge nicht an hundert und abermals hundert Stellen blossgelegt? Gibt es nicht auch Sandboden, in welchem das Wasser augenblicklich hindurchsickert? So verschwindet in der Normandie die *Drome* mitten auf einer Wiese. Die *Maas* verliert sich bei Bazoilles, ebenso die *Guadiana* mitten auf flachem Lande. Besonders merkwürdig ist der *Zirknitzer See* in Krain geworden, weil man sich in jedem trocknen Sommer von dem Einsinken des Wassers in den Boden überzeugen kann. Der Spiegel dieses 2 Meilen langen und 1 Meile breiten Sees verliert sich in trocknem Sommer in wenigen Wochen vollständig, und in kurzer Zeit ist er vollkommen verschwunden. Der Landmann säet und erndtet während seiner Abwesenheit. So wie sich aber im Herbste anhaltendes Regenwetter einstellt, so tritt der See wieder durch dieselben Kanäle hervor, durch welche er früher abgegangen ist; er wächst

*) Naturgeschichte des Erdkörpers I. S. 75.

nun in demselben Verhältnisse wieder an, als der Witterungszustand mit Regen begleitet ist. Oft ist schon ein starker Gewitterregen hinreichend, um den See zum Austreten zu bringen. Indem aber diese grosse Wassermasse sich in die Erde einzieht, muss natürlich im Innern derselben ein grosser unterirdischer See entstehen, in welchem, wie die Erfahrung gezeigt, Fische, ja Enten und andere lebende Wesen vorkommen. Das Bett dieses Sees, so wie die denselben umgebenden Berge, bestehen aus sehr porösem Jurakalk. Das Innere der Kette ist nach allen Seiten zerklüftet, in welchem das Wasser sich ansammelt, die Klüfte haben ihren Ausgang in den Zirknitzer See. Es lassen sich ganz deutlich die Oeffnungen erkennen, durch welche das Wasser ab- und zufliesst.

So befindet sich nahe bei *Sablé in Anjou* in Frankreich eine Quelle (oder vielmehr ein Schlund), von 6—8 Meter im Durchmesser, die bisweilen übertritt, und eine Menge Fische, besonders Hechte, ausspült. Man glaubt, dass die ganze Landstrecke, in welcher dieser Schlund vorkommt, ein Gewölbe eines unterirdischen Sees wäre.

Wem ist ferner unbekannt, dass eine Menge Quellen nach langem trocknem Wetter nach und nach ganz versiegen, und nur nach anhaltendem Regenwetter ihre frühere Stärke wieder erhalten? Finden wir nicht, dass Quellen, die oft so herrliche Wasserfälle bilden, gleich nach eingetretenem Regen an Stärke zunehmen? Trüben sich nicht viele Quellen nach heftigen Regengüssen? und versiegen nicht diejenigen Quellen auf hohen Bergen am schnellsten, welche nicht weit vom Gipfel des Berges entfernt sind? Nach diesen bekannten Erscheinungen wird man ohne Zweifel zugeben müssen, dass das atmosphärische Wasser

im genauesten Zusammenhange mit den Quellen steht, und die letztern allein nur ihr Wasser von ersterem erhalten. Wird diess zugegeben, so wird hiermit zugleich auch die alte Hypothese, nach welcher Dämpfe aus dem Mittelpunkte der Erde hervorgetrieben werden sollen, widerlegt. Denjenigen aber, welche trotz Allem noch an der Ansicht kleben, dass die Quellen als Produkte einer eigenthümlichen Lebensthätigkeit zu betrachten seien, stelle ich zur Beantwortung noch folgende Frage: Da es bekannt ist, dass die Quellen im Sommer am wenigsten Wasser liefern, wie kommt es, dass die lebendige Natur zu dieser Zeit, in welcher sie sich in ihrer schöpferischen Kraft am thätigsten zeigt, bei der Bildung der Quellen gleichsam still stehet?

Warum aber selbst in sehr trocknem Sommer viele Quellen, und namentlich solche, welche in grosser Tiefe ihren Ursprung haben, an ihrer Ergiebigkeit wenig verlieren, erklärt sich aus der steten Verdichtung des Wasserdampfes, welcher in der Luft enthalten, durch die Gipfel der hohen Berge, wie schon aus der Wolkenregion, die man oft beim klarsten Himmel um dieselben beobachtet, gefolgert werden kann.

§. 88.

Der zweite Einwurf, den man dem Satz: „die Quellen erhalten das Wasser von atmosphärischem Wasser,“ entgegengestellt hat, nämlich dass die Menge Wasser, welche durch die Quellen dem Meere zugeführt werde, bei weitem grösser sei, als diejenige, welche als Schnee, Regen, Thau etc. aus der Luft niedergeschlagen werde, scheint, wenn man bedenkt, wie gross die ungeheure Wassermasse

ist, welche jeden Augenblick dem Meere durch die Flüsse, welche den Quellen ihre Entstehung verdanken, zugeführt werden, mehr gegründet zu sein, als der erste. So führt nach *Alexander Burnes*

1) der *Ganges* bei vollufriger Wasserhöhe in der Sekunde 21,500 Kubik-Fuss Wasser, d. i. in der Stunde 77 Millionen 400,000 K.F.
2) Der *Indus* in der Sekunde 80,000 K.F., d. i. in der Stunde 288 Millionen K.F.
3) Nach von *Raumers* Werk „über England" beträgt die Wassermenge des *Ganges* und *Brambutra* in der Stunde 248 Millionen K.F.
4) Die Wassermenge des *Nils* beträgt nach *Girard's* Messungen (*Description de l'Egypte*) beim höchsten Wasserstande 1188 Millionen K.F., und zwanzig Mal mehr als beim niedrigsten.
5) Nach den Messungen des russischen Ingenieurs-Obristen von *Destrem* beträgt die Wassermenge der *Newa* vor ihrer Theilung bei gewöhnlichem Wasserstande 116,300 K.F. in der Sekunde, bei einer mittleren Geschwindigkeit von 2 Fuss 2,36 Linien. Nachdem in Petersburg ein Arm der *Newa*, d. i. die grosse Newka, getrennt ist, so beträgt die Wassermasse noch 89,127 K.F. in der Sekunde.
6) Des *Rheins* Wassermenge beträgt nach *Wiebeking* oberhalb Mainz und der Mainmündung bei einem Wasserstande von 8′ 3″ über dem niedrigsten 79,269 K.F. rhein., und bei einer mittlern Geschwindigkeit von 3,529 Fuss.
7) Die Wassermenge des *Mains* bei Frankfurt beträgt nach *Wiebeking* bei 15″ Wasserstand über dem nied-

rigsten, und 4,35 F. mittlerer Geschwindigkeit 5766 K.F. in der Sekunde.

8) Die *Isar* führt bei München nach *Wiebekings* Messungen bei 22″ über dem niedrigsten Wasserstand 11,697 K.F. in der Sekunde.

9) Die Wassermenge der *Salzbach* im Salzburgischen bei Mittersil beträgt nach demselben Beobachter bei 5″ Wasserhöhe 2552 K.F.

Bei einer Wasserhöhe von 12 Fuss über dem mittlern Wasserstand, oder bei 20 Fuss 8″ über dem niedrigsten, führen allein die Flüsse Hollands in die Nordsee während einer Stunde 828 Millionen Kubik-Fuss Wasser. *)

Diese ungeheure Wassermasse, welche in jedem Augenblicke von dem festen Lande dem Ocean zueilt, suchte man zu erklären durch die Annahme, dass das Wasser unmittelbar aus dem Meere in das Innere der Erde eindringe, und daselbst nach und nach sich eine Wasserschichte gebildet habe, deren Oberfläche mit der des Weltmeeres in gleichem Niveau sich befinde. Aber abgesehen davon, dass Länder von ungeheurer Ausdehnung weit unter dem Spiegel des schwarzen Meeres liegen, ohne überschwemmt zu werden, was nach dieser Annahme nothwendig erfolgen müsste, kann man die Anhänger dieser Hypothese fragen: Woher rührt es, dass das Quellwasser so verschieden von dem des Meerwassers ist? Wie können überhaupt Quellen entstehen, verschieden in Temperatur

*) Die verschiedenen Angaben sind aus der allgemeinen Bauzeitung, herausgegeben von Forster in Wien 1837. Nro. 3. Pag. 20. entnommen, und vom Geh. Rath von Wiebeking mitgetheilt worden.

und in Bestandtheilen? Durch welche Gewalt wird das Wasser aus dem Innern der Erde in die Höhe getrieben?

So gross auch die Wassermasse ist, welche durch die Flüsse täglich in das Meer geführt wird, so haben doch die genauesten Berechnungen gezeigt, dass das auf den festen Theil der Erde sich niederschlagende atmosphärische Wasser bei weitem mehr beträgt, als in gleichem Zeitraume von demselben verschwindet. *Arago* führt in einer Abhandlung über die artesischen Brunnen, folgende Resultate aus einem noch ungedruckten Werke *Dausse's* an. Nach denselben hat das Flussgebiet der Seine des aufwärts von Paris gelegenen Theils 4 Millionen 327,000 Hektaren Oberfläche. Das Wasser, welches in dieses Becken herabfällt, würde, wenn keine Verdunstung, kein Eindringen in den Boden möglich wäre, bei vollkommner horizontaler Lage des Beckens am Ende des Jahres 53 Centimeter Höhe betragen welche Quantität Wasser 22,933 Millionen Kubik-Meter Wasser gleich kommt. Die Menge des Wassers aber, welche im Mittel unter der *Pont de la Revolution* in Paris durchströmt, beträgt 255 Cubik-Meter in der Sekunde, oder 22 Millionen Kubik-Meter im Tage, und 8,084 Millionen Kubik-Meter im Jahre. Also allein das Regenwasser, welches sich jährlich in dem Flussgebiete der Seine oberhalb Paris niederschlägt, beträgt beinahe 3 Mal so viel, als die Menge Wasser, welche in demselben Zeitraume unter der genannten Brücke abfliesst. »Zweidrittel kehren also,« sagt *Arago*, »in die Atmosphäre »zurück, oder unterhalten die Vegetation und das thie»rische Leben, oder fliessen durch unterirdische Commu»nications-Wege in das Meer ab.« Wie gross ist nun nicht die Wassermasse, welche sich auf den Höhen

niederschlägt? Wer will noch zweifeln, dass dieselbe nicht den Quellen ihre Nahrung giebt?

§. 89.

Die Natur befolgt in allen ihren Einrichtungen und Gesetzen die grösste Einfachheit. Zum vegetativen wie thierischen Leben sind zwei Dinge unumgänglich nöthig — das *Wasser* und die *Atmosphäre.*

Würde das Wasser keinem andern Gesetze folgen, als dem der Schwere, so müsste nicht allein die Luft frei von Wassergas, sondern auch der grösste Theil der Erde ohne tropfbarflüssiges Wasser sein. Dasselbe würde nach und nach von den höhern Punkten verschwinden, und sich in den niedrigsten Theilen ansammeln, und alles Leben würde aufhören. Um einen solchen todten Zustand unmöglich zu machen, bedient sich die Natur eines einfachen Mittels. Sie giebt dem Wasser, so wie allen Flüssigkeiten, das Vermögen, auch unter ihrem Siedpunkte, bei jeder Temperatur verdunsten zu können, d. h. sich in der Luft gewisser Maassen aufzulösen. Die Quantität des sich bildenden Dunstes ist abhängig von der Temperatur. Je wärmer die Luft, desto mehr Dampf kann sich erzeugen. Dieser gebildete Dampf wird durch die Luft von der Stelle, wo er sich gebildet, weggeführt, theils in die Höhe, theils durch die Luftströmung an andere, bisweilen weit entfernte Orte. Gelangt derselbe in kältere Regionen, so wird er theilweise verdichtet, es bilden sich zuerst kleine Bläschen, welche sich nach und nach vergrössern, und so die Wolkenbildung veranlassen. Die Wolken nehmen an Umfang und Schwere zu, senken sich endlich, und gelangen in Gestalt von Regen, Schnee oder Hagel

auf die Erde zurück. Selbst die Oberfläche der Erde, die während der Nachtzeit bei klarem Himmel ihre innerhalb des Tages von der Sonne erhaltene Wärme in den unendlichen Weltraum strahlend wieder abgiebt, und sich dadurch selbst abkühlt, verdichtet unmittelbar auf ihrer Oberfläche einen Theil des in der Luft, welche sie berührt, enthaltenen Wasserdampfes, wodurch der Thau und Reif gebildet wird. Die Menge Wasserdampf, welche die Luft an verschiedenen Orten enthält, ist verschieden, 1) weil die Wärme, so wie das Wasser höchst ungleich vertheilt sind, und 2) weil die Winde, diese mächtigen Regulatoren, je nachdem sie aus trocknen oder feuchten, kalten oder warmen Gegenden kommen, oder eine längere Zeit über Wasserflächen streichen, eine Aenderung des Wassergehaltes der Atmosphäre bewirken. So findet ein fortwährender Kreislauf Statt; das Wasser, welches aus dem Meere verdunstet, wird auf dem festen Lande wieder verdichtet, und dient zum Unterhalt der Quellen, Bäche und Flüsse, welche das Wasser wieder dem grossen Behälter, dem Ocean, zuführen.

§. 90.

Nicht minder grossartig, als der eben bezeichnende Kreislauf des Wassers, sind auch die Erscheinungen (Bedingungen), mittelst welcher die Atmosphäre immer in gleichförmiger, für das Leben tauglicher, Mischung erhalten wird. Wenn wir bedenken, welche ungeheure Masse von Kohlensäure in jeder Sekunde durch den Athmungsprozess der Thiere, durch das Verbrennen, die Fäulniss organischer Stoffe etc. gebildet wird, so sollte man glauben, dass nach einer Reihe von Jahren die Atmosphäre fortwährend ärmer an Sauerstoff werden, und so reich beladen

mit Kohlensäure erscheinen müsse, dass sie zum Unterhalt des Lebens nicht mehr dienen könne.

Die Geschichte der Welt zeigt, dass an eine Verminderung des Sauerstoffs nicht zu denken ist, und die genauesten Untersuchungen haben auf das Bestimmteste dargethan, dass die Luft zu allen Zeiten, in allen Höhen und Tiefen unveränderlich ihre Mischung behält. Es ist der *Vegetationsprozess*, den die Natur dazu bestimmt hat, die Kohlensäure einzuathmen, und sie zu zersetzen, indem er den Sauerstoff ausscheidet, ihn wiederum in Freiheit setzt, den Kohlenstoff aber in den Pflanzen zurückhält, damit er dereinst wieder das Material zur Bildung neuer Kohlensäure abgebe.

Durch diese Einrichtungen werden die Hauptbestandtheile der Luft immer in denselben quantitativen Verhältnissen erhalten, und dadurch für die verschiedenen Erdbewohner gleich tauglich gemacht; so dient also das von den Pflanzen ausgehauchte Sauerstoffgas zum Unterhalt des thierischen Lebens, während die von den letztern ausgeathmete Kohlensäure das Hauptnahrungsmittel für das vegetative abgiebt. Rechnet man nun noch hinzu die Wasser und Luft einsaugende Kraft der festen Erdrinde, und die Entwicklung von Kohlensäure, welche in ihrem Innern durch mannigfache chemische Prozesse gebildet wird, und wir erkennen einen grossartigen innigen Zusammenhang zwischen der organischen und unorganischen Natur; wir erkennen, wie der feste und flüssige unorganische Theil der Erde in genauester Wechselwirkung mit dem organischen Leben stehet; wir erkennen, wie von dem Dasein der Thiere nothwendig die Existenz der Pflanzen abhängt, ohne uns in phantastische Träumereien zu verlieren.

Nach dieser Ausschweifung zum Schlusse die Behauptung: Es liegt nicht ein einziger vernünftiger Grund vor, das Wasser, welches wir in den sogenannten Heilquellen antreffen, nicht ebenfalls vom atmosphärischen Wasser abzuleiten.

III.

§. 91.

Woher nehmen die Mineralquellen ihre festen und gasförmigen Bestandtheile?

a. *Woher erhalten sie ihre festen Theile?*

Tales sunt aquae, qualis est natura terrae per quam fluunt.

Dringt das atmosphärische Wasser durch die Gebirgsmasse in das Innere der Erde ein, so wird es auf die Gesteine seine auflösende und unter manchen Umständen auch zersetzende Kraft ausüben. Das Wasser, welches aus der Erde als Quelle hervorquillt, wird daher nicht mehr von der Reinheit sein, als das atmosphärische, sondern mehr oder weniger fremdartige Theile enthalten. Die Substanzen, welche im Wasser vorkommen, werden natürlich abhängig sein von den Felsarten, mit welchen dasselbe längere oder kürzere Zeit in Berührung war. Wasser, welches Lager von Kochsalz und Gips trifft, wird besonders diese Stoffe enthalten, während ein anderes, welches mit Kalk und sonstigen Erden in Wechselwirkung kam, als kalkiges, erdiges Wasser hervorquellen wird. Und in der That finden wir keine Quelle, welche für vollkommen reines Wasser erklärt werden könnte. Immer finden wir mehr oder weniger fremdartige Stoffe, und in den meisten Fällen unterliegt es keinen Schwierigkeiten, dieselben auch in den nähern oder entferntern

Gebirgsarten nachzuweisen. Aber gerade, weil alles Quellwasser mineralische Theile aufgelöst enthält, lässt sich physisch und chemisch keine Grenze zwischen gewöhnlichen und Mineral-Quellen feststellen. Zeigt ein Wasser in Beziehung auf Geschmack, Geruch, Wärme oder Gasentwicklung Eigenthümliches, so wird es in die Reihe der Mineralquellen aufgenommen, wenn auch oft der eigentliche Gehalt an mineralischen Theilen unbedeutender ist, als in manchem gewöhnlichen Quellwasser.

Auf die Bestandtheile eines Wassers werden nun zuerst diejenigen der Gebirgsmassen Einfluss haben, welche dasselbe aus der Luft unmittelbar empfangen; nicht minder aber auch diejenigen, mit welchen das Wasser, sei es bei seinem Tieferdringen oder bei seinem Emporsteigen, in Berührung gebracht wird. Ich habe bereits früher mit wenigen Worten angedeutet, wie die secundären und tertiären Gebirgsformationen oft weit sich erstreckende Lager bilden, und wie dieselben zum Theil als grosse Wassersammler zu betrachten sind. Oefters jedoch ist der Zusammenhang ganzer Schichtengesteine durch spätere, noch im Innern der Erde wirkende Kräfte, durch vulkanische Thätigkeit unterbrochen worden; es haben gewaltige, von unten nach oben gehende Zerreissungen Statt gefunden, durch Emportreibung geschmolzener vulkanischer Gebirgsmassen. So erklärt sich die isolirte Stellung vieler noch thätiger, und so weit die Geschichte reicht, schon erloschener Vulkane; so erklärt sich das Verhältniss secundärer Gebirgsmassen zu den basaltischen, porphirischen und sonstigen Gesteinen, deren vulkanischer Ursprung nicht zu verkennen ist, und welcher darin besteht, dass die Schichten der erstern

dort, wo sie die letztern berühren, eine höchst auffallende, nur durch eine hohe Temperatur möglich gewordene Umänderung zeigen, und dass die Schichten selbst, an beiden Seiten ihrer Unterbrechung vom vulkanischen Gesteine, in entgegengesetzten Winkeln abfallen.

Halten wir dieses Bild fest, und erinnern wir uns, dass die primitiven und vulkanischen Gesteine in der Regel eine starke Zerklüftung zeigen, in Folge der Zusammenziehung während des Erkaltens, und nehmen wir an, dass das atmosphärische Wasser von den zu Tage gehenden Schichten der Gebirgsmassen, welche durch solche vulkanische Felsarten unterbrochen wurden, aufgenommen werde, so wird man leicht begreifen, wie das sich in die Schichten einsenkende Wasser dort, wo es mit den vulkanischen Gesteinen in Berührung kommt, in diese eindringt, und mit einer Gewalt, welche der Druckhöhe entspricht, durch diese Spaltöffnungen zu Tage getrieben wird. Bestehen nun die gelagerten, geschichteten Massen aus Gesteinen, welche wenig in Wasser lösliche Theile enthalten, z. B. aus Sandstein, so wird natürlich das Wasser selbst in den Schichten nur wenig auflösen, und sein Auflösungsvermögen besonders auf das vulkanische Gestein ausüben. Verschieden in der Mischung von diesen, aus der Tiefe emporkommenden vulkanischen Quellen, werden sich die Quellen verhalten, welche ihre Entstehung dem Wasser verdanken, welches sich auf der Oberfläche des vulkanischen Gebirges niederschlägt. Wie schon oben gezeigt wurde, kommt das in den Spalten sich ansammelnde Wasser in der Regel sehr bald wieder zu Tage. Die auflösende Kraft des Wassers wird hier durch keinen starken Druck unterstützt, daher diese Quellen gewöhnlich arm an festen

Theilen erscheinen. Es können daher in vulkanischen Gegenden sehr verschiedene Quellen, sowohl auf Bestandtheile als Temperatur-Verhältnisse etc., in einem kleinen Raume erscheinen.

§. 92.

Die basaltischen und sonstigen vulkanischen Massen kommen in Betreff ihrer Zusammensetzung sehr mit einander überein; unterscheiden sich aber wesentlich von den secundären und tertiären Formationen. Ueberraschend ist es nun zu beobachten, wie alle Mineralquellen, welche in der Nähe von vulkanischen Gesteinen hervorbrechen, die gleichen Bestandtheile wie diese enthalten, Bestandtheile, welche natürlich verschieden sind von denjenigen, welche in secundären und tertiären Formationen angetroffen werden. So finden wir in der Nähe der noch in Thätigkeit begriffenen Vulkane Quellen hervorbrechen, welche reich an Natron-haltigen Salzen und Kohlensäure sind. Ganz dieselbe Erscheinung wiederholt sich in allen Gegenden, welche ihren vulkanischen Charakter nicht verläugnen können. Alle Naturforscher, welche die ehemaligen Provinzen *Auvergne* und *Viverais* in Frankreich besucht haben, sprechen von den ausgebrannten Vulkanen, welche in diesen Gegenden vorkommen. Gleiche Verhältnisse zeigt die *Eifel;* und als *Berzelius* *) über Dresden nach Böhmen reiste, sah er mit Verwunderung die Naturscenen der *Auvergne* sich entfalten. Aus der Lava, aus welcher die Wege in dem Theile Böhmens verfertigt sind, in welcher die Mineralquellen entspringen, erkannte er sogleich eine ähnliche Gegend, wie die der *Auvergne.*

---

*) Gilbert, Annalen LXXIV. S. 185.

So weit sich nun die vulkanischen Gegenden der *Auvergne* erstrecken, so weit findet man Quellen reich an Kohlensäure, an schwefelsaurem, salzsaurem und kohlensaurem Natron, so die Quellen von *St. Mars*, von *St. Allyre*, *Vichy*. Sobald man aber aus diesen vulkanischen Gegenden heraustritt, ist keine Quelle von dieser eigenthümlichen Beschaffenheit mehr zu finden. Ganz gleich verhält sich der nordöstliche Theil *Böhmens*, welcher ausgezeichnet reich ist an vulkanischen Ueberresten. Die vulkanischen Gegenden der *Eifel*, die vulkanischen Gebirgszüge des *Laachersees*, des *Siebengebirges*, des *Westerwaldes*, des *Taunus*, der *Röhn*, des *Fichtelgebirges*, des *Erzgebirges*, *Meissners*, *Vogelgebirges* und des *Riesengebirges*, sind, wie sich aus G. *Bischofs* *) Zusammenstellung ergiebt, reich an Natron-haltigen Quellen. Gleiche Beobachtungen machte *Herrmann* **) in den vulkanischen Gegenden des *Kaukasus*, und *Boussingault* in Amerika. Eine solche Uebereinstimmung kann nicht zufällig sein. Sie muss nothwendig mit der vulkanischen Gebirgsmasse zusammenhängen, und in der That enthalten dieselben unermessliche Vorräthe von Natron. So enthält nach *Struve* ***) der Klingstein 4,9 bis 5,14 Prozent Kali und 9,82—13,11 Prozent Natron in Verbindung mit kleinen Antheilen Salzsäure und Schwefelsäure. Im Basalt fand er in 100 Theilen 7 Theile Natron; ausserdem Spuren von Lithon. Bekanntlich sind auch der Porphir und die sonstigen vulkanischen Gesteine sehr reich an Natron. Die Untersuchungen *Struve's* haben ausser

---

*) Poggendorf, Annalen VII. S. 344.

**) ibid. XXII. S. 344.

***) Ueber die Nachbildung der Heilquellen Heft II. S. 17.

allen Zweifel gesetzt, dass Kohlensäure-haltiges Wasser aus diesen Gesteinen unter Anwendung eines gewissen Druckes dieselben Bestandtheile aufnimmt, welche in denjenigen Quellen aufgefunden werden, welche unmittelbar aus diesen Gebirgen oder doch in der Nähe derselben hervorbrechen. Als er Klingstein vom Schlossberge bei Karlsbad in einem besondern Apparate mit kohlensaurem Wasser behandelte, fand er, dass 16 Unzen Wasser folgende Substanzen aufgenommen hatten: *)

Schwefelsaures Kali	0,431
Schwefelsaures Natron . . .	0,169
Chlornatrium	2,227
Kohlensaures Natron	2,275
Kieselerde	0,694
Kohlensaurer Kalk	1,865
Kohlensaure Bittererde . . .	0,310
Kohlensaurer Srontian	Spuren
Eisenoxyd, phosphors. Thonerde	»

Sämmtliche Salze wurden im wasserfreien Zustande berechnet.

Sind wir nun im Stande, eine einfache natürliche Bildung von Kohlensäure nachzuweisen, welche zuerst mit dem Wasser, und dann durch das letztere, mit dem Gestein, in Berührung kommt, so werden, wenn man besonders noch einen gewissen Druck bei der Wirkung des Wassers auf die vulkanischen Massen voraus setzt, der Entstehung dieser Mineralquellen auf die eben bezeichnende Weise gewiss keine gegründeten Einwendungen entgegengestellt werden können. Ueber die Entstehung der Koh-

*) a. a. O. S. 24.

lensäure in einem Mineralwasser wird in dem folgenden Abschnitte die Rede sein.

§. 93.

Wenn nun, wie bereits angeführt wurde, Natron- und Kohlensäure-haltige Quellen stets in vulkanischen Gegenden angetroffen werden, so kann doch nicht behauptet werden, dass nicht auch in anderen Gebirgsformationen ähnliche Quellen vorkommen. So findet man in Bündten Sauerquellen aus Gebirgsarten hervorbrechen, welche entschieden keinen vulkanischen Charakter zeigen, und so reich beladen mit Kohlensäure und Natron, wie die stärksten aus vulkanischen Gegenden. Jedoch abnorme Verhältnisse sollen auch in den Gebirgen Bündtens dort beobachtet werden, wo sich diese Quellen zeigen.

In den tertiären und secundären Formationen finden wir ungeheure Kalkabsetzungen, Sandablagerungen, Gypsniederschläge etc.; selten aber sind Gesteine, welche reich sind an Natron und Kali, obschon in dieser Periode die unermesslichen Salzablagerungen Statt gefunden. Es scheint gleichsam, als seien die Bestandtheile der Urgebirge und der vulkanischen Gesteine durch die Statt gehabten Erdrevolutionen, bei welchen das Wasser als Hauptagens auftritt, ohne Zweifel aber auch die Hitze noch mitwirkte — einzeln für sich ausgelaugt und wieder abgesetzt worden, und so die Kochsalzkrystallisationen gemeinschaftlich mit dem Gipse, und die Kalkniederschläge abwechselnd mit den Sandsteinablagerungen entstanden. Wenn daher auch angenommen werden kann, dass die secundären Gebirge ihr Material zum Theil von den primitiven erhielten, so ist es doch begreiflich, dass Quellen, welche aus den erstern empor-

steigen, in Beziehung auf ihre Bestandtheile von denjenigen abweichen werden, welche ihre Stoffe von den letztern erhalten.

§. 94.

Es würde zu weit führen, wenn ich die Entstehung der verschiedenen Quellen, welche in den secundären und tertiären Gebirgen vorkommen, ausführlich und ins Einzelne gehend, untersuchen wollte, und es genügen noch folgende allgemeine Andeutungen.

In der Gegend von Saidschütz und Sedlitz in Böhmen, werden bis zu einer gewissen Tiefe Gruben in den dortigen Mergel gemacht; diese füllen sich nach und nach mit Wasser, welches um so mehr Bestandtheile enthält, je trockner die Jahreszeit ist, und je länger das Wasser in den Gruben stehen bleibt. Nach *Struve's* *) Untersuchung enthält der Mergel Gips und kohlensaure Bittererde, und als er mit dem Mergel Wasser längere Zeit in Berührung liess, so erhielt er ein Wasser, reich an Bittersalz und den übrigen Salzen, welche sich im natürlichen Bitterwasser vorfinden. Es unterliegt daher keinem Zweifel, der Gips, welcher im Wasser vorhanden ist, löst sich im Wasser auf und zerlegt die kohlensaure Bittererde, wodurch kohlensaurer Kalk und schwefelsaure Bittererde gebildet wird. Nicht leicht ist die Bildung eines Mineralwassers leichter zu verfolgen, als die der Bitterwasser. Ein Wasser wird immer einen, wenn auch nur schwachen, Gehalt an schwefelsaurer Bittererde zeigen, wenn dasselbe zuerst mit einem Lager Gips und dann mit Magnesiakalkstein in Berührung kommt.

---

*) a. a. O. S. 29.

In den secundären Formationen finden sich der Keuper-Muschelkalk und Jurakalk. Diese Gebirge schliessen oft ungeheure Kochsalz- und Gipsablagerungen ein; ferner begleitet der Dolomit (Magnesiakalkstein) fast jede eigenthümliche Kalkart. Der Gips, welcher sich in diesen Formationen findet, ist unstreitig aus wässrigen Absetzungen entstanden, welche aus der Fähigkeit des Gipses, sich in Wasser zu lösen, bedingt worden sind. Wegen dieser Auflöslichkeit in Wasser ist der Gips auch öfters lokalen Veränderungen unterworfen. So gewiss man auch überzeugt sein kann, dass die genannten Gipsablagerungen aus Wasserabsätzen sowohl zur Zeit der secundären als tertiären Bildungen erfolgten, indem dieselben nicht nur Wasser chemisch gebunden enthalten, sondern auch viele organische Ueberreste in sich einschliessen, so soll damit doch nicht gesagt werden, dass nicht Gips auch auf andere Weise entstanden sei. Viele Erscheinungen deuten darauf hin, dass derselbe bisweilen auch in Folge vulkanischer Thätigkeit durch schwefelsaure Dämpfe aus kohlensaurem Kalk gebildet wird. Hierher gehören besonders die Beobachtungen *Hofmann's*, die er über Gipsbildung durch Fummarolen auf dem Eilande Lipari gemacht hat.

Nun bestehen die vorkommenden Kalksteine nicht aus reinem kohlensaurem Kalk, sondern enthalten oft noch grosse Menge Thon; ferner finden wir in denselben sehr oft Arragonit, Flussspath und fast immer Dolomit; es ist bekannt, dass die kohlensauren Erden sich in Kohlensäure-haltigem Wasser auflösen; man weiss, dass Dolomit und Gipslösung sich wechselseitig zersetzen, dass der Arragonit Strontian enthält, dass Fluorcalcium in wässriger Kohlensäure löslich ist, dass Gips und Kochsalz zum

Theil ihre Bestandtheile umtauschen, und dass dasselbe Statt findet zwischen Kochsalz und Bittersalz. Berücksichtigen wir diess Alles, so werden wir leicht feststellen können, mit welchen Bestandtheilen ein Wasser beladen sein muss, welches abwechselnd mit Gips, Dolomit, Kalkstein, Kochsalz etc. in Berührung kommt. Wir werden leicht begreifen, dass ein Wasser, welches in solche Formationen eindringt, und an gewissen Stellen wieder zu Tage kommt, je nachdem es mit mehr oder weniger Gesteinen in Berührung kam,

Schwefelsauren Kalk,
Schwefelsaures Natron,
Schwefelsaure Bittererde,
Chlornatrium,
Kohlensauren Kalk,
Kohlensauren Strontian,
Flussspath,
Thonerde,
Kieselerde

etc. enthalten kann; Bestandtheile, welche wir in der That in allen Quellen antreffen, welche in den genannten Formationen sich finden.

§. 95.

Es bleibt uns noch übrig den Ursprung der organischen Materie abzuleiten, welche in vielen Thermen angetroffen wird. Von dieser Materie ist bereits in §§. 65—75. die Rede gewesen, und es hat sich aus den dort geführten Untersuchungen ergeben, dass der Ursprung dieser Substanz vernünftiger Weise allein nur in den Ueberresten einer untergegangenen organischen Welt zu suchen sei.

Nur ein flüchtiger Blick auf die secundären und tertiären Gebirge zeigt uns, dass überall, wo gegenwärtig festes Land sich befindet, in früheren Perioden das Meer gestanden hat. Die ungeheure Menge von Conchylien, welche bisweilen die ganze Masse des Bodens ausmachen, sind sämmtlich Meeresprodukte, und die jüngsten Gebilden dieser Art, welche wir in den tertiären Formationen finden, zeigen keine Verschiedenheit von den jetzt noch im Meere lebenden Schaalthieren. Das Meer muss also einst dort gestanden sein, wo wir gegenwärtig diese Thiere antreffen; wir finden dieselben aber in allen Theilen der Welt, unter allen Himmelsstrichen, und in allen Höhen. Aus diesem Meerwasser haben sich die verschiedenen Gebirge abgesetzt, und während der Niederschlagung die im Meere lebenden organischen Wesen in sich eingeschlossen, denn wir finden dieselben selbst in den festesten Gesteinen nach allen Richtungen verbreitet. Luft und Licht konnten unter solchen Verhältnissen ihre zersetzende Kraft nicht äussern, und die organische Materie entging Jahrtausende einer vollständigen Zerstörung.

Es kann uns daher nicht befremden, dass Wasser, welches nach und nach in diese Gesteinmasse eindringt, die noch vorkommenden organischen Reste aufnimmt. Diese werden sich daher im Quellwasser vorfinden, unter günstigen Umständen aber auch zersetzend auf die Gebirgsmasse einwirken. Man hat eingewendet, dass Quellen, welche aus vulkanischen Gesteinen oder aus Urgebirgen hervorbrechen, ebenfalls organische Materie enthalten; in diesen Massen aber sich nichts Organisches vorfinde. Nehmen wir jedoch an, dass die Einfiltrirung des Wassers, welches in den vulkanischen Gebirgen zu

Tage bricht, in secundären Formationen Statt findet, so erklärt sich das Vorkommen der organischen Substanzen auch in vulkanischen Quellen sehr leicht. Aber selbst die vulkanischen Gesteine, indem sie die secundären Gebirgsmassen durchbrochen, und sich über dieselben ausgedehnt, haben Brocken von diesen Gesteinen in sich eingeschlossen. Fanden nun diese Eruptionen Statt zu einer Zeit, wo bereits schon der Boden mit organischen Wesen belebt war, so werden selbst diese vulkanischen Massen nicht ganz frei von denselben sein.

§. 96.

Aus dieser Auflösungstheorie hat man folgern wollen, dass sie Aushöhlungen von der grössten Ausdehnung, und nothwendig Einstürzung der obern Erdrinde veranlassen müsste. Wenn man bedenkt, dass die Quellen von Baden jährlich über 4 Millionen Pfund feste Theile aufgelöst enthalten, dass die Menge Kochsalz, welches viele Soolen liefern, sich auf 20—30 und noch mehr Millionen Pfund erstreckt, dass allein die Quellen von Karlsbad jährlich mehr als 130000 Centner kohlensaures Natron und 200000 Centner Glaubersalz aus der Erde auslaugen, so scheint der gemachte Einwurf die Theorie der Auflösung in der That umzustossen. Bei näherer Betrachtung verschwindet jedoch die drohende Gefahr vollständig. *Bischof* hat Berechnungen angestellt über den Natrongehalt des aus Klingstein bestehenden *Donnersbergs* bei Milleschau in Böhmen, welche beweisen, dass die Menge des Natrons, welche dieser Berg enthält, 35394 Jahre die Karlsbader Quellen mit Glaubersalz und

kohlensaurem Natron versehen könne. *) „Dem Menschen,“ äussert sich *Bischof*, „können Massen- und Raumverhält-„nisse ungeheuer gross erscheinen, während sie in Be-„ziehung auf das Weltall, oder auch nur in Beziehung „auf unsere Erde fast verschwinden. Eine Masse von „130000 Centner kohlensaures Natron und gegen 200000 „Centner Glaubersalz, welches die Natur im Karlsbader „Sprudelwasser in jedem Jahre zu Tage fördert, erscheint „uns freilich ungeheuer gross; sie erscheint aber in der „That höchst unbedeutend, wenn wir den Natrongehalt „dieser Salze mit dem des aus Klingstein bestehenden „*Donnersbergs* vergleichen.“

Bischof berechnet nun den körperlichen Inhalt dieses Klingsteinkegels nach der Angabe *Klaproth's*, nach welcher die Höhe des Berges 2500 Fuss beträgt, und unter der Annahme, dass der Berg ein Kegel sei, dessen Seitenfläche sich gegen den Horizont unter einem Winkel von 45° neige zu 16354166666 Kubik-Fuss. Da nun nach *Klaproth* das spezifische Gewicht des Klingsteins 2,575 ist, so beträgt das absolute Gewicht dieses Klingsteinkegels, wenn man den Kubik-Fuss Wasser zu 70 Pfund annimmt, 2947838541546,5 Pfund. Werden nur 8,1 Prozent Natron im Klingstein angenommen, so ist doch die Menge desselben im Donnersberge 238774921865 Pfund, welche, wie schon angegeben, hinreichen, um 35394 Jahre die Karlsbader Quellen mit der erforderlichen Menge Glaubersalz und kohlensaurem Natron zu versehen. „Und nun bedenke „man,“ fährt *Bischof* fort, „dass ein grosser Theil des „nördlichen Böhmens aus solchem Klingsteine und andern

*) Schweigger, Journal XLIII. S. 221.

„mehr oder weniger Natron-haltigen Gebirgen besteht,
„dass ebenso die Rheinischen und Eifler vulkanischen
„Gebirgsgruppen, so wie die der Auvergne und von
„Viverais daraus bestehen etc.“

Struve *) berechnet, dass die Salzlager von Wieliczka, wenn man ihre bereits mit Gewissheit erkannten Dimensionen von 6000 Fuss Länge, 2000 Fuss Breite und 800 Fuss Tiefe dem Calcul zum Grunde legt, so viel Salz fassen können, als der Karlsbader Sprudel in 56313 Jahren brauchen würde, wobei er die, wie er glaubt, übertriebene Angabe, nach welcher derselbe in einer Stunde 4637 Eimer Wasser liefere, angenommen hat. Und diess sind bloss die Salzwerke von Wieliczka, die höchst wahrscheinlich mit den längs den karpatischen Gebirgen in einer Länge von über 100 deutschen Meilen hinlaufenden unterirdischen Salzstrecke zusammenhängen.

v. Hoff **) fand, unter der Voraussetzung, dass die festen Bestandtheile, welche die heissen Karlsbader Quellen in 5 Jahrhunderten zu Tage fördern, wenn im Innern der Erde lauter fester Stein von 2,7 spezifischem Gewicht gewesen wäre, für deren Kubik-Inhalt einen Würfel von 410 Pariser Fuss Seite. Zur Ausfüllung des ganzen Thales, in welchem Karlsbad liegt, würden ungefähr 14 solcher Würfel erforderlich sein, und eine solche Masse würde die dortigen heissen Quellen 7000 Jahre lang mit festen Bestandtheilen versorgen. „Eine Höhle von diesem Umfange,“ fügt *von Hoff* hinzu, „würde als eine ganz unbedeutende Aushöhlung
„oder Blase im Innern der Erde betrachtet werden müssen,

---

*) Ueber Nachbildung von Heilquellen. Heft. I. S. 44.

**) Geognostische Bemerkungen über Karlsbad. S. 95.

„und man würde nicht Ursache haben, vor dem Dasein „einer solchen zu erschrecken, und darin einen Grund zu „Besorgnissen wegen möglicher Einstürze und dergleichen, „zu finden.“ Aehnliche Berechnungen wurden von *Minding*, *) *Liebig* **) und andern angestellt.

Bischof nimmt in der obigen Berechnung nur 8 Prozent Natron im Klingstein an, während dessen Menge (S. 172) bis zu 14 Prozent ansteigt. Würde jedoch Alles Natron nach und nach aufgelöst, so wäre dennoch ein Einstürzen gar nicht denkbar, weil dieses Natron nicht an einer Stelle vorhanden, sondern gleichförmig im Gesteine verbreitet ist, desshalb keine Höhle entstehen kann. Von der ganzen Masse würden bei der Annahme von 8 Prozent Natron-Gehalt, noch 92 Prozent des Gesteines zurückbleiben. Gegen solche Berechnungen lässt sich gegründeter Maassen sicher nichts einwenden.

§. 97.

Aber finden wir nicht in der That in allen Welttheilen Höhlen im Innern der Erde von der grössten Ausdehnung? Solche Höhlen findet man in Kalk- und Gipsgebirgen, in Kalktuff, aber selten oder nie in Urgebirgen und vulkanischen Gesteinen. Die Oeffnungen, welche oft in den letztern gefunden werden, sind Blasenräume von grosser Ausdehnung. Sind die Höhlen wirklich durch Auflösen entstanden, so lässt sich diess leicht begreifen; denn Gips, Kochsalz, Kalk etc. lassen sich ganz in Wasser auflösen, Urgebirge aber und vulkanische Gesteine nur theilweise.

---

*) Carus Beiträge 1837. Heft 2.

**) Kastner, Archiv VI. S. 91.

Um zunächst in der Schweiz stehen zu bleiben, erinnere ich an die Eisgrotten, von denen *Horner* *) eine interessante Zusammenstellung gegeben hat. Sie zeichnen sich bekanntlich durch die Eigenschaft aus, dass sich das Eis in denselben das ganze Jahr hindurch erhält. Hierher gehören die Eishöhlen von *St. George* 281 Toisen, die auf dem Berge *Vergi* 462 Toisen über dem Genfersee; ferner das sogenannte *Schafloch* am Rothhorn im Canton Bern, 3700 Fuss über dem Thunersee. Diese Höhlen haben beträchtliche Ausdehnungen, und kommen zum Theil im Jurakalke vor. Die Höhle in der Nähe von *Urach* befindet sich im Kalktuff; im Jurakalk erscheinen die Höhlen der *schwäbischen Alp*, im Grobkalk die Höhle von *Limol* bei Montpellier, im Juradolomit die meisten *fränkischen* Höhlen und mehrere Grotten *Italiens*. Besonders reich an Höhlen ist der Gips. Es ist bekannt, dass die Gipshöhlen oft durch enge Kanäle mit einander in Verbindung stehen, und sich oft auf grosse Strecken fortsetzen. So communicirt die Höhle von *Wimalburg* im Mannsfeldschen mit der mehrere Meilen weit entfernten von *Cresfeld*. Die Höhle hat in der Richtung, in welcher sich die einzelnen Grotten an einander reihen, 3100 Fuss Länge. Die grösste unter den einzelnen Erweiterungen misst 80 Fuss Höhe. Auf dem Harze haben viele Höhlen 600 Fuss, in Franken 350 Fuss Länge. Im Staate *Kentuki* in Nordamerika sollen Höhlen vorhanden sein, deren manche 8 englische Acker Landes einnehmen. **) Besonders berühmt ist die Grotte *Guacharo* in Caripe, von welcher *Humbold* eine so

---

*) Gehlers physikalisches Wörterbuch III. S. 150.

**) Leonhard, Lehrbuch der Geognosie 1835. S. 647.

interessante Beschreibung gegeben hat. *) Sie hat als Eingangsöffnung ein Gewölbe von 72 Fuss Höhe und 80 Fuss Weite, welches senkrecht in die Vorderfläche eines ungeheuren Felsens von Jurakalkstein mündet. In dieser Ausdehnung setzt sich die Grotte gegen 1453 Fuss weit in das Innere fort. Ein Fluss von 30 Fuss Breite durchströmt dieselbe in der ganzen bekannten Ausdehnung von 2800 Fuss. (Diess ist, beiläufig gesagt, eine ganz artige Quelle; die voltaischen Batterien im Innern der Erde, oder die Zeugungskraft der Steine, die jeden Tropfen einzeln fabriciren, haben hier vollauf zu thun.) Man könnte ein dickes Buch schreiben, wenn man alle bis jetzt bekannten Höhlen mit ihren Eigenthümlichkeiten aufzählen wollte, und ich will daher nur noch einer der grössten gedenken, welche im Jurakalk in Krain, nahe bei dem Dorfe Adelsberg, zwischen Triest und Laibach vorkommt, und *Adelsberger Grotte* genannt wird. In derselben verliert sich der Fluss Poick so, dass sein Wasser mehrmals verschwindet, und wieder zum Vorschein kommt. Ein grosser See in dieser Grotte verhindert weitere Nachforschungen. Die einzelnen Abtheilungen, welche sich in der Höhle befinden, sollen an Länge, Breite und Höhe die Räume der grössten Kirchen übertreffen.

Aus diesen Beispielen können wir entnehmen, dass es mit dem Einsinken der Erdrinde noch nicht so gefährlich steht, und dass wir vor der Hand noch Häuser bauen und Keller graben dürfen, ohne ein Einstürzen befürchten zu müssen; selbst dann nicht, wenn durch die Quellen wirklich im Innern hohle Räume entstehen. Unstreitig

---

*) Humbold, Reise in die Aequinoctialgegenden II. S. 119.

sind die meisten Höhlen durch Auswaschungen entstanden, manche vielleicht auch in Folge vulkanischer Eruption.

§. 98.

b. *Wie erhalten die Mineralquellen ihre gasförmigen Bestandtheile?*

Wenn es mir gelungen ist, ein klares Bild zu entwerfen über den Ursprung des Wassers der Mineralquellen, und der Salze, welche in denselben aufgelöst vorkommen, so gestehe ich, mich in Verlegenheit zu befinden, wenn das Gleiche auch in Beziehung auf die gasförmigen Bestandtheile verlangt wird. Die Frage: wie erhalten die Mineralquellen ihre flüchtigen Theile? ist bei weitem schwieriger zu lösen, als die in Betreff ihrer fixen.

Die gasförmigen Körper finden sich theils im Wasser aufgelöst, theils entweichen sie in Gestalt von Blasen aus demselben. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass, je kälter das Mineralwasser, und je grösser der Druck ist, unter welchem das Gas mit dem Wasser in Berührung kommt, desto mehr Gas wird dasselbe aufgelöst enthalten; desto heftiger wird aber auch die Gasentwicklung sein, wenn der verstärkte Druck aufhört, und das Wasser nur noch unter dem gewöhnlichen Luftdrucke steht. Es lässt sich daher fast mit Gewissheit annehmen, dass die Säuerlinge ihre Kohlensäure unter einem starken Drucke erhalten. Je wärmer aber das Wasser ist, desto weniger vermag es Gase aufzunehmen. Wenn daher luftförmige Substanzen in dem Innern der Erde mit heissem Wasser zusammentreffen, so werden sie sich durch das Wasser hindurchdrängen, und mehr oder weniger stossweise in Gestalt von grössern oder kleinern Blasen hervorbrechen. Im Wasser selbst aber wird nur so viel

Gas aufgelöst bleiben, als der Absorptionsfähigkeit des Wassers bei der gegebenen Temperatur entspricht. Das Gesagte finden wir in der Natur allgemein bestätigt. Ueberall, wo heisse Quellen vorkommen, beobachtet man Gasausströmungen, wodurch das Wasser gleichsam in fortwährendem Kochen erscheint. Diess Verhalten zeigen die heissen Quellen der Pyrenäen, der Schweiz, in Frankreich, Deutschland, sowohl in Asien wie in Amerika.

Zu den Gasen, welche bis jetzt in den Quellen angetroffen wurden, gehören *Kohlensäuregas*, *Sauerstoffgas*, *Stickstoffgas* und *Schwefelwasserstoffgas*. *Kohlenwasserstoffgas* ist gleichfalls schon in Quellen gefunden worden. Das Vorkommen dieses Gases ist übrigens nur von lokalen Verhältnissen abhängig; eine besonders reiche Entwicklung beobachtete man beim Bohren eines artesischen Brunnens in *Johnstone*. *) Zu den gasförmigen Körpern ist ferner auch das *Schwefligsäure-* und *Salzsäuregas* zu rechnen, welche mit einigen Quellen in sehr inniger Verbindung stehen, wenn sie auch nur selten in freiem Zustande angetroffen werden. Auch die *Schwefelsäure*, wenn gleich nicht gasförmig, verdient hier eine Erwähnung.

§. 99.

Es möchten wenige Quellen gefunden werden, welche frei wären von *Kohlensäure*. In vielen findet sich eine viel grössere Menge, als unter dem gewöhnlichen Luftdrucke des Wassers aufgelöst erhalten werden kann. Diese Wasser schäumen beim Ausgiessen wie Champagner, haben einen säuerlichen Geschmack, und werden wegen dieser

*) Dingler, polit. Journal XLIV. S. 398.

grossen Quantität Kohlensäure, *Säuerlinge* genannt. Die Säuerlinge findet man grössten Theils in vulkanischen Gegenden, und sind daher, wie oben gezeigt wurde, reich an Natron, welches zum Theil als doppelt kohlensaures Natron vorhanden ist. Merkwürdig ist auch, dass Säuerlinge und heisse Quellen oft in sehr geringen Entfernungen zu Tage kommen. So hat der *Vesuv* seine heissen Quellen und seine Säuerlinge, dasselbe finden wir auf der Insel *Ischia*, in *Island*, in der *Eifel* und in der *Auvergne.* So hat der *Taunus* seine heissen Quellen und seine Säuerlinge. Gleiche Verhältnisse wiederholen sich in den vulkanischen Gegenden *Java's*, *Japan's*, so wie in *Südamerika.*

Uebrigens findet man auch Säuerlinge, und oft die stärksten in Gegenden, welche keinen vulkanischen Charakter zeigen. So ist besonders das *Engadin* in Bündten reich an den stärksten Sauerwassern, und in vielen heissen Quellen, wie z. B. von Baden, Aachen etc. werden grosse Mengen Kohlensäure gefunden. Besonders interessant sind auch die Ausströmungen von Kohlensäure, welche in den vulkanischen Gegenden aus dem Boden Statt finden, so in der *Auvergne*, in der *Eifel*, in der Nähe von *Neapel*, in *Sicilien* etc.

In geringer Menge trifft man Kohlensäure in den gewöhnlichen Brunnen und Quellen; in den meisten jedoch ist sie nicht frei, sondern an kohlensaure Salze gebunden. Kocht man Brunnenwasser, so schlägt sich, indem die Kohlensäure entweicht, der sogenannte Pfannenstein nieder, welcher gewöhnlich aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Bittererde besteht.

Sauerstoffgas ist gleichfalls ein häufiger Begleiter der Mineralquellen; seine Menge ist jedoch immer nur gering.

So fand *Herrmann* *) in sehr vielen Quellen des Kaukasus kleine Menge von Sauerstoffgas. Ebenso *Bischof* **) in den Quellen des Teutoburger Waldes. *Brunner* und *Pagenstecher* ***) in dem Wasser zu Leuk etc.

Stickstoffgas findet man sehr häufig in den Mineralquellen. Auf diesen Körper hat man besonders in neuester Zeit seine Aufmerksamkeit gerichtet. In jeder Quelle, in welcher man Sauerstoff findet, kommt auch Stickstoff vor. Das Gasgemenge, welches aus den meisten heissen Quellen sich entwickelt, besteht oft fast ganz allein nur aus Stickstoff. †) Stickstoff und Sauerstoff findet man sowohl in vulkanischen als nicht vulkanischen Quellen.

Schwefelwasserstoffgas erscheint seltener als die genannten Gasarten. Man findet es sowohl in kalten, als heissen Quellen. In den erstern ist es im Wasser gelöst, so im *Stachelberger-*, *Schinznacher-*, *Nenndorffer-*, *Langenbrücker-*Wasser etc. Das Wasser der heissen Quellen ist in der Regel frei von Schwefelwasserstoffgas; dagegen findet sich dasselbe in dem Gasgemenge, welches aus dem Wasser emporkommt; so im *Aachener-*, *Badener-*Wasser etc. Der Schwefelwasserstoff ist oft ein Produkt der vulkanischen Thätigkeit; denn Mineralwasser in der Nähe derselben enthalten oft dieses Gas. So fand *Boussingault* ††) in den Thermen der *Cordilleren*, *Humboldt* †††) in dem Wasser

*) Poggendorff, Annalen XXII. S. 382.
**) Schweigger Journal LXVIII. S. 260.
***) Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für gesammte Naturwissenschaft I. S. 262.
†) ibid. S. 263.
††) Annal. de chim. et de phys. LII. p. 5.
†††) Schweigger Journal XLV. S. 45.

des Vulkans *Perace* Schwefelwasserstoff. Die meisten Schwefelwasser aber kommen aus Gebirgsarten, welche keinen vulkanischen Charakter zeigen.

Die *Schwefligesäure* ist immer ein Produkt vulkanischer Thätigkeit. *Humboldt* *) fand eine grosse Menge schwefligsauren Gases aus einer Quelle in der Nähe des Vulkans Perace aufsteigen.

Salzsäure **) hat man bis jetzt nur in vulkanischen Gegenden gefunden.

Die *Schwefelsäure*, ***) welche das Wasser des *Rio Vinagre* enthält, welches auf dem Vulkane Purace entspringt, und bis zum Dorfe Purace einen unterirdischen Lauf hat, wird durch Oxydation von Schwefligersäure gebildet. Schwefelsäure findet man ferner in einer natürlichen Grotte im Departement *Aqua Santa;* †) zugleich beobachtet man eine lebhafte Entwicklung von Schwefelwasserstoff. In Nordamerika findet man 10 englische Meilen vom *Erie*-Kanal ††) Quellen mit Schwefelsäure. Ganz nahe bei denselben zeigen sich Krystalle von Eisenkies.

Die *Kohlensäure* findet man oft allein, oft in Verbindung mit Stickstoff, und mit Stickstoff und Sauerstoff. *Sauerstoff* wird wahrscheinlich nie gemeinschaftlich mit *Schwefelwasserstoff* angetroffen; dagegen findet man den letztern sehr oft in Begleitung von Kohlensäure und Stickstoff. Der Sauerstoff wird nie allein angetroffen; hingegen sind Quellen bekannt, welche fast bloss *Stickstoffgas* enthalten.

---

*) Schweigger Journal XLV. S. 44.
**) ibid. S. 36.
***) ibid. S. 36.
†) ibid. LVI. S. 251.
††) ibid. S. 252.

§. 100.

Ueber die Entstehung der Kohlensäure.

Die Kohlensäure kann unter vielen Verhältnissen theils gebildet, theils aus Verbindungen ausgetrieben werden. Es lassen sich aber die möglichen Entstehungsarten nicht alle auf die in den Mineralwassern vorkommende Kohlensäure anwenden. So ist bekannt, dass sich Kohlensäure bildet bei der Fäulniss und der trocknen Destillation organischer Körper. In beiden Fällen entstehen aber noch andere Produkte, welche in den Mineralwassern nicht angetroffen werden. In der Regel wird daher die Kohlensäure in denselben sicher auf eine andere Weise gebildet. Wenn wir jedoch bedenken, welche ungeheure Quantitäten organischer Ueberreste in der Erde begraben sind, so gehört unter lokalen Bedingungen eine Entwicklung von Kohlensäure auf bezeichnete Art nicht zu den Unmöglichkeiten. Gasausströmungen von Kohlenwasserstoff, so wie der Ausfluss von Erdöl in verschiedenen Gegenden, wie z. B. zu *Amiano*, sind sicherlich mit Kohlensäurebildung verknüpft, und für Zerstörungsprodukte organischer Körper zu betrachten.

Viel weniger zulässig ist die Bildung der Kohlensäure durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Kohle und organische Materie, nicht allein, weil die meisten Kohlensäureexhalationen in vulkanischen, von organischen Stoffen freien Gegenden vorkommen, sondern weil eine gleichzeitige Bildung von Schwefligersäure nicht beobachtet wird.

Ebenso möchten der Entstehung der Kohlensäure durch Erhitzen von Superoxyden, wie Braunstein mit Schwefel, in den meisten Fällen die gegründetsten Einwendungen gemacht werden können.

Wenn wir daher einzig und allein nur fragen, auf welche Weise kann nach den bekannten Verhältnissen des Erdkörpers, und seinen Beziehungen zur Atmosphäre, die Bildung der Kohlensäure, welche wir oft in so ungeheurer Menge in den Mineralwassern beobachten, erfolgen, so möchten hauptsächlich nur folgende Fälle als möglich erkannt werden:

1) Die Bildung der Kohlensäure ist abhängig von der atmosphärischen Luft.
2) Die Bildung erfolgt ohne Einfluss der Atmosphäre.
   a) Durch Austreibung aus kohlensauren Salzen;
      α. durch Hitze;
      β. durch Wasserdampf;
      γ. durch Einwirkung von Kieselerde und Thonerde oder Silicaten;
      δ. durch Säuren.
   b) Durch Einwirkung von organischer Materie auf schwefelsaure Salze.
3) Sie erfolgt gleichzeitig *durch* und *ohne* den Einfluss der Luft.

§. 101.

Auf die Bildung der Kohlensäure durch den Einfluss der atmosphärischen Luft hat besonders *Bischof* *) aufmerksam gemacht. Aus seinen Untersuchungen über die Quellen-Verhältnisse des *Teutoburger Waldes*, **) ergibt sich, dass die Spalten und Klüfte des Kreide- und Sandsteingebirges mit der Luft communiciren, und daher stets mit Luft gefüllt sind. Das Meteorwasser, welches durch diese

---

*) Poggendorff, Annalen XXXII. S. 241.
**) Schweigger, Journal LXVIII. S. 272.

Klüfte einfliesst, absorbirt atmosphärische Luft, und um so mehr, je höher die darüber stehende Wassersäule, d. h. je stärker der Druck ist. Diese Absorption kann auf zweifache Weise vor sich gehen. Ein Mal wird sie in den mehr oder weniger senkrechten Spalten während des Durchfallens des Wassers durch die in denselben enthaltene Luft nach Art der sogenannten Wassertrommel erfolgen, indem Wasserdruck und vielfache Berührung des Wassers mit der Luft gleich fördernd wirken. Zweitens lässt sich denken, dass die Luft in Klüften, welche durch Spalten mit der Atmosphäre in Verbindung steht (so bald das herabfliessende Meteorwasser die letztern nicht ganz erfüllt), von derselben abgesperrt wird, wenn zur Regenzeit die Spalten geschlossene hydraulische Röhren bilden. Im letztern Falle trägt die eingeschlossene Luft den ganzen Druck der Wassersäule, und wird daher in hohem Grade absorbirt werden. *) Kommt nun das Wasser wieder als Quelle zu Tage, so ist begreiflich, dass dasselbe die unter dem Wasserdruck aufgenommene Luft zum Theil wieder fahren lässt, so wie es sich der Ausflussöffnung nähert; und das ausfliessende Wasser selbst wird nur so viel Luft zurückhalten, als unter dem gewöhnlichen Luftdruck absorbirt bleiben kann. Daher die häufige Luftentwicklung, namentlich in Quellen aus dem Kalkgebirge. Nun haben wir gesehen, dass in diesen Gebirgen organische Ueberreste allgemein vorkommen. Ein Theil oder auch sämmtlicher vom Wasser absorbirter Sauerstoff oxydirt diese kohlenstoffhaltige Materie, es bildet sich Kohlensäure, welche im Wasser zum Theil

*) Bischof in Pogg. Annal. XXXII. S. 243.

aufgelöst bleibt und die Auflösung kohlensaurer Erden bedingt. Die Gase, welche sich daher aus solchen Quellen entwickeln, sind entweder bloss Stickstoff und Kohlensäure, oder sie enthalten zugleich noch Sauerstoff, aber in geringerm Verhältnisse als in der Luft.

§. 102.

Die Bildung der Kohlensäure auf die so eben bezeichnende Weise ist, wie sich ergeben hat, abhängig von dem Sauerstoff der in den Spalten vorkommenden Luft. Es ist begreiflich, dass die Menge der Kohlensäure, welche auf Kosten der letzteren erfolgt, in einem bestimmten Verhältniss stehen muss zur Quantität des Stickstoffs. Die grösste Menge von Kohlensäure kann, wenn auch auf die verschiedene Absorptionsfähigkeit des Wassers zum Sauerstoff und Stickstoff keine Rücksicht genommen wird, auf 4 Volumtheile Stickstoffgas ungefähr 1 Volumentheil betragen. Vergleichen wir aber hiermit die Quantität Kohlensäure, welche sich aus sehr vielen Quellen entwickelt, so finden wir sie in der Regel grösser, und namentlich überwiegend über den Stickstoff. *Bischof* *) fand bei seinen Untersuchungen im Tautoburger Wald Gasexhalationen, welche 3—10 Maasstheile Kohlensäure auf 1 Maasstheil Stickstoffgas enthielten; dagegen andere, in welcher die Menge des Stickstoffs bei weitem überwiegend war; so fand er 82 Maasstheile Stickstoff auf 14 Maasstheile Kohlensäure. Andere enthielten gar keine Kohlensäure, sondern nur Sauerstoff und Stickstoff.

---

*) a. a. O. S. 259.

Hieraus ergiebt sich, dass in vielen Fällen die Kohlensäure *nicht allein* durch den Sauerstoff der Luft entstehen kann. *Herrmann* *) fand in allen Quellen, welche er am Kaukasus untersuchte, eine überwiegende Menge Kohlensäure.

Auch *Longchamp* **) hat in seinen Betrachtungen über die innere Constitution der Erde, auf den Einfluss der Luft auf die Bildung der Kohlensäure aufmerksam gemacht, und ganz vorzüglich aus dem Umstande, dass in den Mineralquellen ein oder mehrere Bestandtheile der Luft vorkommen, die Richtigkeit der schon ausgesprochenen Ansicht, dass die Mineralquellen ihr Wasser von Meteorwasser empfangen, darzuthun gesucht.

§. 103.

Wir finden aber nicht allein Quellen, welche eine viel grössere Menge Kohlensäure enthalten, als dem gleichzeitig vorkommenden Stickstoff entspricht, sondern auch ganz ungeheure Kohlensäureexhalationen, welche frei von Sauerstoff und Stickstoffgas sind. So liefert die Gasquelle in dem Brohlerthal in der Eifel nach den Berechnungen *Bischof's* ***) in 24 Stunden 5650 Kubik-Fuss, oder 717 Pfund ganz reine Kohlensäure. Die Gasexhalationen in der Nähe des *Laacher* Sees, unweit Koblenz, schlägt *Bischof* ungefähr 1000 Mal höher an, so dass diese Gegend allein jährlich 219000000 Pfund Kohlensäure exhalirt. Wie viel Kohlensäure senden nicht die *Auvergne*, der *Taunus*, die *Eifel*, *Böhmen* etc. jeden Augenblick in die Luft? Woher kommt diese ungeheure Masse von *Kohlensäure*, durch

*) Poggendorff, Annalen XXII. S. 368.

**) Trois Mémoires sur les eaux mineral. Paris 1835.

***) Schweigger, Journal LVI. S. 148.

welche chemische Prozesse wird sie gebildet? Diese Fragen lassen sich gegenwärtig unmöglich genügend beantworten. Die Kohlensäure gehört zu den Körpern, welche sowohl in als ausserhalb der Erdrinde in grösster Menge vorhanden ist, jedoch grössten Theils in gebundenem Zustand. So findet sie sich in allen Gebirgsformationen. Dass die Kohlensäure aus ihren Verbindungen auf mannigfache Weise abgeschieden werden kann, lehrt uns die Chemie. So ist die Hitze schon hinreichend, um aus den meisten kohlensauren Salzen die Kohlensäure auszutreiben; sie muss aber, um z. B. aus dem Kalkstein die Kohlensäure frei zu machen, in einem sehr hohen Grade einwirken. In den wenigsten Fällen, in welchen eine Entwicklung der Kohlensäure aus dem Kalk als annehmbar erscheint, möchte durch Hitze *allein* die Ausscheidung bewerkstelligt werden. Es ist übrigens eine bekannte Erfahrung, dass wenn zu erhitztem Kalk zugleich Wasserdämpfe hinzutreten, diese Abscheidung viel rascher und bei niedrigerer Temperatur erfolgt. Wirkt aber zugleich noch ein elektro negativer Körper ein, wie Kieselerde oder Thonerde, oder eine Verbindung dieser Körper, so geschieht die Entwicklung noch leichter, wegen der Eigenschaft dieser Substanzen, sich mit dem reinen Kalke verbinden zu können. Nun aber ist bekannt, dass der kohlensaure Kalk, besonders in den vulkanischen Gebirgen, mit solchen Körpern gemeinschaftlich vorkommt. Nach den Untersuchungen von *Struve* *) erfolgt Entwicklung der Kohlensäure schon beim Kochen von Wasser mit Klingstein und kohlensaurem

*) Nachbildung von Mineralwasser Heft II. S. 55.



Kalk. *Herrmann* *) beobachtete sogar Entbindung von Kohlensäure, als heisses Wasser über gewöhnlichen Kalkstein geleitet wurde.

Aeusserst leicht, und ohne Anwendung von Wärme erfolgt die Austreibung der Kohlensäure aus kohlensauren Salzen durch Zusammenbringen derselben mit einer Säure.

Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich also, dass die Kohlensäure aus ihren im Erdreiche vorkommenden Verbindungen ausgetrieben werden kann, wenn entweder Hitze allein, oder Hitze in Verbindung mit Wasserdampf oder Silicaten, oder wenn dampfförmige Säuren mit denselben in Berührung gebracht werden. Nehmen wir nun an, die Austreibung der Kohlensäure finde auf eine der angedeuteten Weise tief im Innern der Erde Statt, sie steige durch Oeffnungen in die Höhe, und komme auf ihrem Wege mit Wasser in Berührung, so wird an diesen Stellen die Vereinigung vor sich gehen. Nehmen wir aber an, das Wasser gelange selbst sehr tief, und erhalte dadurch eine bedeutende Wärme, so wird (oder kann) die Austreibung der Kohlensäure zum Theil wenigstens durch das heisse Wasser erfolgen. Diese Austreibung wird um so leichter von Statten gehen, je höher die Temperatur ist, und je nachdem zugleich Kieselerde-haltige Substanzen mit einwirken.

Wie schon bemerkt wurde, sind besonders vulkanische Gegenden reich an Kohlensäuregasexhalationen. Bei den noch thätigen Vulkanen bemerkt man aber immer Entwicklung von Schwefliger- und Salzsäure. Es ist daher

*) Poggendorf, Annalen XXII. S. 388.

wohl möglich, dass die Entwicklung von Kohlensäure während vulkanischer Thätigkeit durch Einwirkung von genannten Säuren auf kohlensauren Kalk erfolge.

Eine Bildung von Schwefligersäure durch Reduction der Schwefelsäure ist nicht denkbar; und es möchte eher anzunehmen sein, dass dieselbe durch Einwirkung von Luft oder Superoxyden auf Schwefel oder Schwefelmetallen erfolge. Eine Entwicklung von Salzsäure ist nur erklärbar durch Einwirkung von freier Schwefelsäure auf Kochsalz, was aber höchst unwahrscheinlich ist, oder durch Einwirkung von Wasserdämpfen auf glühendes Kochsalz unter Mitwirkung von Kieselerde oder Silicaten. Hieraus nun würde sich ergeben, dass die Abscheidung der Kohlensäure im vulkanischen Heerd, wenn auch die übrigen sich entwickelnden Substanzen, wie Wasserstoffgas etc. nicht berücksichtigt werden, nur möglich ist unter wechselseitiger Einwirkung von Luft, Wasser, Schwefel und Kochsalz.

§. 104.

Die Vulkane auf der Insel *Ischia* ruhen seit 500 Jahren. Das Land ist reich an heissen Quellen, und ebenso reich an Kohlensäureexhalationen. Die eigentliche vulkanische Thätigkeit scheint erloschen. Entwicklung von Salzsäure, Wasserstoffgas, Schwefligersäuregas findet nicht mehr Statt. Aber der Boden in der Nähe der Vulkane ist warm, und es unterliegt keinem Zweifel, dass in der Tiefe diese Wärme bedeutend zunimmt. Kommt Wasser mit dem heissen Boden in Berührung, so wird es selbst erhitzt, und besitzt dann das Vermögen, aus vorhandenen kohlensauren Gesteinen Kohlensäure auszuscheiden. Auf gleiche Weise kann man die Entwicklung der Kohlensäure in der

Auvergne, in der *Eifel*, in *Böhmen* erklären. Eine ähnliche Bildung lässt sich auch in denjenigen Gesteinen annehmen, welche zwar keine wirkliche Vulkane haben, in denen wir wenigstens keine Kratere mehr finden, die aber dennoch als Produkte der vulkanischen Thätigkeit zu betrachten sind, wie im Basalt, Klingstein.

Sind wir auch nicht im Stande, die Bildung und Ausscheidung der Kohlensäure im Innern der Erde zu beobachten, so zeigen doch die angestellten Betrachtungen, dass dieselbe auf mannigfache Weise erfolgen kann. Auch lässt sich mit Gewissheit annehmen, dass sie je nach lokalen Verhältnissen bald auf die eine, bald auf die andere Art wirklich erfolge.

Gelangt heisses Wasser auf kohlensauren Kalk, so wird sich Kohlensäure entwickeln, welche, wenn das Wasser, ehe es zu Tage kommt, sich wieder abkühlt, in demselben gelöst bleibt; es wird sich ein Säuerling bilden. Trifft das Kohlensäure-haltige Wasser Granit, Gneis, Basalt, Klingstein etc., so wird eine Natron-haltige Quelle entstehen; kommt es mit kohlensauren Erden zusammen, so werden sich diese auflösen, und so ein erdiges Wasser gebildet werden.

Die Ausscheidung der Kohlensäure kann für sich allein erfolgen, und dieselbe erst später mit dem Wasser in Berührung kommen; sie kann aber auch sogleich bei ihrer Austreibung mit dem Wasser zusammentreffen. *Berthier* *) hält es für wahrscheinlich, dass namentlich in den heissen Mineralquellen ein Strom Kohlensäuregas mit dem heissen Mineralwasser in Berührung komme, und dass das Wasser

---

*) Annales de Chimie XIX. p. 27.

nun durch den Druck, den es durch den unterirdischen Strom von Kohlensäure erleide, auf die Oberfläche gelange. Man kann jedoch sicher annehmen, dass das Gas, wenn es wirklich aus eignen Kanälen kommt, die Wassersäule durchbrechen und in Gestalt von Blasen zu Tage kommen wird.

Ueber die Absorptionsfähigkeit des Wassers zur Kohlensäure im Innern der Erde, über das Zusammentreffen von liquider Kohlensäure mit Wasser, über den Zusammenhang der Gasexhalationen mit den Mineralquellen, und über viele andere, höchst interessante, hierher gehörige Erörterungen, verweise ich auf *Bischof's* Abhandlung in Poggendorff's Annalen Bd. 32. S. 241—262.

Die Bildung der Kohlensäure durch Einwirkung von organischer Materie auf schwefelsaure Salze soll bei der Entstehung des Schwefelwasserstoffs erörtert werden.

§. 105.

Ueber das Vorkommen des Sauerstoff- und Stickstoffgases.

Das *Sauerstoffgas*, welches in den Quellen angetroffen wird, rührt ohne Zweifel stets von atmosphärischer Luft her, welches mit dem Meteorwasser in die Gebirge einfiltrirt. Seine Quantität ist stets so gering, dass eine andere Entstehungsart nicht anzunehmen ist; im Gegentheil, wir haben festzustellen, dass es grössten Theils zur Bildung von Kohlensäure verwandt werde. Auch der Stickstoff verdankt sein Vorkommen sicher nur der Luft. Seine Quantität ist allerdings oft sehr beträchtlich, aber in Vergleich zu der des Wassers immer geringer, als der Absorptionsfähigkeit des Wassers entspricht. So liefern die Quellen von Baden auf 53 Unzen Wasser etwas über

1 Cubikzoll Stickstoffgas, während sich im Regenwasser das Volumen des Stickstoffs zu dem Volumen des Wassers wie 1 : 54 verhält.

So fand *Longchamp* *) in der Quelle *la Pauce* in 24 Stunden eine Entwicklung von Stickstoffgas, welche 5400 Unzen, oder 165,5 Liter dem Volumen nach gleich kommt. Eine gleiche Quantität ist im Wasser aufgelöst, so dass die ganze Menge ungefähr 330 Liter beträgt. Die Quelle liefert aber in gleicher Zeit 35,500 Liter Wasser.

$$330 : 35{,}500 = 1 : 107.$$

Die Menge des Stickstoffs beträgt daher nur die Hälfte von der, welche das Wasser aufnehmen konnte. Wie schon bemerkt, glaubt *Longchamp*, der fehlende Stickstoff werde zur Bildung der organischen Materie und des Ammoniaks verwandt; es ist aber wahrscheinlicher, dass das Gas schon Gelegenheit findet zum Theil zu entweichen, noch ehe die Quelle zu Tage kommt. Auf das Vorkommen des Stickstoffgases in den Quellen ist man erst in neuerer Zeit aufmerksam geworden. Fortgesetzte Beobachtungen werden ohne Zweifel zeigen, dass dieses Gas ein ganz allgemeiner Begleiter der Quellen ist.

Berzelius **) spricht die Vermuthung aus, dass der Stickstoff, so wie die Kohlensäure, wenn sie zusammen vorkommen, Zersetzungsprodukte von Stickstoff-haltiger Materie, welche im Wasser enthalten, sein könnten. Es ist aber nicht bekannt, dass bei der Zersetzung Stickstoff-haltiger Körper reines Stickstoffgas entwickelt werde. Will man jedoch diess letztere zugeben, so ist diese Ansicht doch

---

*) Trois Mémoires sur les eaux mineral. Paris 1830.

**) Poggendorff, Annalen XXIX. S. 174.

unwahrscheinlich, weil sich aus ihr folgern liesse, dass vulkanische Mineralquellen frei von diesem Gase sein müssten, was aber nach vorliegenden Erfahrungen nicht der Fall ist.

§. 106.

Ueber das Vorkommen des Schwefelwasserstoffgases.

Ueber die Bildung des *Schwefelwasserstoffs*, welchen man in den Quellen antrifft, können, wie bei der Kohlensäure, mehrere Fälle als möglich gedacht werden. Wir finden Schwefelwasserstoff als Produkt der vulkanischen Thätigkeit. Wie schon bemerkt, fand *Boussingault* in allen Thermen der Cordilleeren Schwefelwasserstoff in Verbindung mit Kohlensäure. Dieselben Gase finden sich in den Krateren der noch thätigen Vulkane selbst. Wie bekannt, hatte H. *Davy* zuerst die grossartige Idee, dass im Innern der Erde Massen von Alkalischen- und Erdmetallen vorkommen, d. h. dieselben Substanzen enthalten seien, welche wir auf der Oberfläche oxydirt antreffen, so wie ihre Verbindungen mit Schwefel. Die vulkanische Thätigkeit erklärt *Davy* durch Zusammentreffen von Wasser mit diesen Körpern. Die Entwicklung von Schwefelwasserstoff, welche in den noch thätigen Vulkanen wahrgenommen wird, spricht sehr für diese Hypothese. Es lässt sich sehr leicht begreifen, wie durch die Wirkung von Wasserdämpfen auf Schwefelnatrium schwefelsaures Natron und Schwefelwasserstoff entstehen kann.

Die meisten Schwefelwasserstoff-haltigen Quellen finden wir aber in Gegenden, welche frei sind von vulkanischer Thätigkeit, besonders in Gebirgen der secundären und tertiären Formation. Zwar sucht *Longchamp* in seiner

schon mehrmals citirten Abhandlung die Bildung von Schwefelwasserstoff, so wie das Vorkommen von Schwefelnatrium und Schwefelcalcium in den Pyrenäen auf ähnliche Weise zu erklären. Er glaubt annehmen zu können, dass im Innern der Erde allgemein Schwefelnatrium vorkomme, dass der Sauerstoff der Luft, welcher mit dem Meteorwasser in das Innere eindringe, diese Schwefelmetalle theilweise oxydire, und dadurch die Bildung von schwefelsauren Salzen und durch Wasserzersetzung (was er zwar nicht ausspricht) von Schwefelwasserstoff veranlasse. Er glaubt durch seine Beobachtungen *Davy's* Hypothese bis zur Evidenz bewiesen zu haben.

Davy nimmt aber nicht allein Schwefelmetalle, sondern vor allen Dingen die Metalle der Alkalien und Erden im Innern des Erdkörpers an. Und in der That nur die letztere Annahme erklärt eigentlich die vulkanischen Eruptionen, besonders die Entwicklung von Wasserstoffgas. Nun aber lässt sich fragen: warum finden an Orten, wo Schwefelquellen ununterbrochen zu Tage kommen, nicht ähnliche Erscheinungen Statt, wie wir sie bei den thätigen Vulkanen beobachten? Müsste nicht Wasserstoffgas nothwendig sich in dem Gasgemenge vorfinden, und um so mehr, als *Longchamp* ununterbrochen Wasser mit den Schwefelmetallen in Berührung treten lässt? Nur so viel ist gewiss, *Longchamp* hat durch seine Erfahrungen die *Davy*'sche Hypothese keineswegs unterstützt; im Gegentheil, sie haben gezeigt, dass dieselbe nur auf die thätigen Vulkane angewandt werden kann. Aber gerade das seltene Vorkommen von Vulkanen, macht, streng genommen, die Ansicht, dass im Innern der Erde alkalische Metalle enthalten, etwas unwahrscheinlich.

§. 107.

Die Entstehung des Schwefelwasserstoffs und der Schwefelmetalle möchte in den meisten Fällen bedingt sein durch die Einwirkung organischer Körper auf schwefelsaure Salze. Wie schon öfters bemerkt wurde, enthalten die secundären und tertiären Gebirge eine grosse Menge organischer Substanzen. In diesen Formationen findet man ziemlich allgemein Gips, welcher häufig sehr viele organische Ueberreste in sich einschliesst; überhaupt möchten ohne Schwierigkeit in grosser oder geringer Nähe von Schwefelquellen sich stets schwefelsaure Salze nachweisen lassen. In §. 72. war von der Einwirkung organischer Materie auf schwefelsaure Salze die Rede. Wir haben gefunden, dass die Wirkung darin besteht, dass die schwefelsauren Verbindungen durch die Kohlenstoff-haltigen Körper so zersetzt werden, dass sich kohlensaure Salze und Schwefelwasserstoff bilden; und ich habe noch ganz besonders auf die Schnelligkeit aufmerksam gemacht, mit welcher die im Badener Wasser vorkommende organische Substanz diese Zersetzung bewerkstelligt. Auf gleiche Weise haben wir in den meisten Fällen die Entwicklung von Schwefelwasserstoff zu erklären.

Es können nun folgende Fälle als möglich angenommen werden:

a) Das Wasser nimmt bei seinem Durchsickern durch die obern Erdschichten Ueberreste organischer Substanzen auf, und kommt dann später mit Gips in Berührung. Derselbe wird zum Theil zersetzt, und wie angegeben, kohlensaurer Kalk und Schwefelwasserstoff gebildet. Kommt das Wasser mit Gips und Kochsalz zugleich in Berührung, so wird zuerst



schwefelsaures Natron, und dann kohlensaures Natron und Schwefelwasserstoff entstehen. In den Gipsgruben in der Nähe von Baden findet man oft grosse Massen von Glaubersalz zugleich mit Kochsalz. Auch besitze ich Stücke, welche aus schwefelsaurer Bittererde und schwefelsaurem Kalk bestehen.

b) Die organische Materie, welche im Gipse vorkommt, zersetzt durch die unmittelbare Berührung denselben und die übrig vorkommenden schwefelsauren Salze auf die genannte Weise.

Da jedoch zugleich Luft in das Innere eindringt, so oxydirt der Sauerstoff derselben den Schwefelwasserstoff. Diese Oxydation ist theils vollständig, theils bei überwiegendem Schwefelwasserstoff nur partiell; sie betrifft ferner sowohl den Wasserstoff als den Schwefel, oder nur den erstern, den Schwefel aber entweder gar nicht, oder doch nur theilweise. Im erstern Falle wird Wasser und Schwefelsäure gebildet, im letztern bleibt der Schwefel entweder ganz oder zum Theil unoxydirt. Kommt die gebildete Schwefelsäure mit kohlensaurem Kalk zusammen, so entwickelt sich Kohlensäure, und es entsteht von Neuem schwefelsaurer Kalk. Die Gase, welche sich bilden, bleiben, wenn das Wasser nicht warm ist, in dem vorhandenen Wasser gelöst, oder sie werden aus heissem Wasser in Gestalt von Blasen entwickelt.

Die Gase, welche sich daher stets vorfinden werden, sind Kohlensäure- und Stickstoffgas. Wird der Schwefelwasserstoff nur theilweise oxydirt, so wird auch noch Schwefelwasserstoff vorkommen. Ueberwiegt aber die Luft den Schwefelwasserstoff, so wird sich im Gasgemenge Sauerstoff statt Schwefelwasserstoff vorfinden. Der durch die

Oxydation des Schwefelwasserstoffs abgeschiedene Schwefel bleibt grössten Theils an der Stelle zurück, an welcher die Abscheidung Statt gefunden, und so erklärt sich das Vorkommen des natürlichen Schwefels gemeinschaftlich mit dem Gips; ein Theil davon wird aber von den sich entwickelnden Gasen mit fortgerissen, und setzt sich, wenn die Gase in die Luft entweichen, an feste Körper an. Es kann auch der Fall gedacht werden, dass anfangs nur eine kleine Menge Schwefelwasserstoff oxydirt werde, und erst später, wenn er beim Emporsteigen mit mehr Luft in Berührung gebracht wird, eine mehr oder weniger vollständige Zersetzung vor sich gehe.

Als *Bischof* über kohlensauren Kalk Schwefelwasserstoffgas leitete, bildete sich Gips. Sicher muss aber bei diesem Prozess die Luft mit einwirken. Ich habe Wasserdämpfe, Luft und Schwefelwasserstoff gemeinschaftlich durch eine mit kohlensaurem Kalk angefüllte und bis zum schwachen Glühen erhitzte Röhre geleitet, und eine reichliche Entwicklung von Kohlensäure, Stickstoff und Schwefelwasserstoff beobachtet. In der Röhre befand sich schwefelsaurer Kalk, und im kältern Theile derselben sublimirter Schwefel.

Die Schwefelsäure, welche in manchem Wasser angetroffen wird, entsteht entweder durch Oxydation von Schwefligersäure, oder von Schwefelwasserstoff.

Schweflige Säure und Salzsäure erscheinen nur in Verbindung mit Vulkanen. Die Art, wie ihre Bildung erfolgen kann, ist bereits angegeben worden.

IV.

§. 109.

Wie werden die Thermalwasser erwärmt?

Durch die Tiefenwärme der Erde.

Nicht leicht wird eine interessantere Frage gestellt werden können, als die: wie werden die Thermalwasser erwärmt? Diese Frage ist rein geologischer Natur, denn um sie mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit zu beantworten, müssen wir untersuchen:

1) In welchem Zustande sich uranfänglich unser Erdkörper befand.
2) Wie die vulkanischen Gebirge, wie Basalt entstanden.
3) In welchem Verhältnisse die Erdwärme zu der innern Wärme der vulkanischen Gebirgsarten stehe.

In welchem Zustande befand sich ursprünglich unser Erdkörper?

Wenn wir die Frage aufwerfen: in welchem Zustande befand sich ursprünglich unser Erdkörper, so sind wir weit entfernt in metaphysische Spekulationen einzutreten, und uns über den Ursprung der Materie in Träumereien zu verlieren. Alles hat seine Grenzen, und so auch der menschliche Verstand. Ueberschreitet er dieselbe, so fällt er unwillkürlich in einen bodenlosen Raum, indem er vergebens einen Haltpunkt sucht. Hat er sich ein Mal in demselben verloren, so wird es ihm fast unmöglich, den Rückweg zu finden. Bei überwiegenden Geistesanlagen ist Wahnsinn, in entgegengesetztem Falle Blödsinn oft die Folge der Verirrung. Unbegreiflich für den menschlichen Verstand ist die Unendlichkeit der Zeit und des Raumes; ebenso unbegreiflich und unergründlich: wie und woher

die Massenanhäufung entstanden, welche wir im unermesslichen Weltall an einzelnen Punkten beobachten.

Es bleibt uns daher nichts anderes übrig, als die Elementarstoffe, welche wir im Erdkörper theils rein, theils mannigfach mit einander verbunden antreffen, ursprünglich gegeben anzunehmen, und genau Alles zu beobachten, was auf den ersten Zustand desselben irgend von Bedeutung sein kann, so seine Gestalt, seinen innern und äussern Bau, seine Veränderungen, die er im Laufe der Zeit erlitten. Wir haben alle sich darbietenden Erscheinungen genau zu würdigen, sowohl in ihren Einzelnheiten als in ihrer Allgemeinheit, und aus den dadurch gewonnenen Resultaten ein Bild über den Urzustand der Erde zu entwerfen.

Alle Naturforscher, sowohl die der ältern als neuern Zeit, sind darin einig, dass sich die Erde einst in einem flüssigen Zustande befunden haben müsse, und nach und nach erst zu einer festen Masse erstarrte. Zu diesem Resultate gelangt man durch Beobachtung der Gestalt der Erde. Wäre dieselbe ursprünglich ein fester Körper gewesen, so würde sie die ein Mal angenommene Gestalt auch nach eingetretener Rotation nicht mehr haben verändern können. Die Gestalt der Erde ist aber, wie bekannt, sphäroidisch, d. h. sie ist gegen die Pole abgeplattet, und nimmt an Körpermasse gegen den Aequator zu. Eine solche Gestalt kann aber nur ein flüssiger, sich fortwährend um seine Axe drehender Körper annehmen, weil nur durch ihn das Gleichgewicht aller einwirkender Kräfte bedingt wird.

Nun aber frägt es sich, wurde dieser flüssige Zustand, in dem sich die Erde nothwendig befunden haben

muss, um die Gestalt anzunehmen, die sie zeigt, bedingt durch eine hohe Temperatur, d. h. bildete sie einst eine feurigflüssige, eine geschmolzene Masse, oder war dieselbe die Folge eines allgemeinen wässrigen Auflösungsprozesses? Die Geologen waren lange, und sich noch zum Theil, in Beantwortung dieser Frage nicht gleicher Meinung. Wer kennt nicht die Streitigkeiten der Neptunisten und Vulkanisten? Das Feuer der letztern brennt jedoch seit längerer Zeit so hellauf, und auch die Chemiker haben nicht unterlassen, fortwährend Oel in die Flamme zu giessen, dass das Wasser der Neptunisten dieselbe nicht mehr zu löschen vermag.

§. 109.

Ich müsste die Sache, um die es sich handelt, ganz und gar vergessen haben, wenn ich in eine Kritik dieses Streites eingehen, und namentlich der oft so bittern Ironie gedenken wollte, mit welcher die Repräsentanten der verschiedenen Ansichten sich zu bekämpfen suchten. Ich hoffe, die Gründe, welche ich anführen werde für die Meinung, dass die Erde sich einst in einem feurig flüssigen Zustande befunden habe, sollen so schlagend sein, dass an einen wässrigen Auflösungsprozess gar nicht gedacht werden kann. Dass die Erde einst eine sehr hohe Temperatur hatte, lässt sich beweisen

1) *aus den Krystallisations-Verhältnissen der Urgebirge.*

Ich habe einige Male Gelegenheit gehabt zu bemerken, dass die Ordnung der Dinge auf der Erdoberfläche durch mehrmalige gewaltige Revolutionen verändert worden ist, und dass sich durch Beobachtung der verschiedenen Felsmassen eine primitive, eine secundäre und eine tertiäre

Formation unterscheiden lässt. In §. 74. habe ich angedeutet, wie die secundären und tertiären Gesteine aus den primitiven entstanden sein können. Es versteht sich von selbst, wenn von dem Urzustande der Erde die Rede ist, so können nur die Ur-Gesteine, keineswegs aber die secundären und tertiären in Frage gestellt werden. Beobachten wir die ersteren, so finden wir sie sämmtlich im krystallisirten Zustande. Ausgezeichnete Krystallisationsverhältnisse zeigt namentlich der Granit. Die Regelmässigkeit der Krystalle beweist, dass dieselben sich langsam gebildet, und dass während der Bildung keine die Krystallisation störende Einwirkung Statt gefunden. Die Krystallbildung kann aber nur erfolgen, indem ein fester, krystallisirbarer Körper in den flüssigen Zustand, und aus diesem wieder in den festen gebracht wird. Ein fester Körper kann flüssig erhalten werden, entweder durch Schmelzung oder durch ein Auflösungsmittel. Im ersteren Fall muss, wenn die Krystallbildung erfolgen soll, eine Abkühlung, im letztern eine Verdunstung des Auflösungsmittels erfolgen. Nun aber sind die Urgesteine aus Massen gebildet, welche in Wasser unlöslich sind; hieraus schon folgt, wenn man nicht annehmen will, das Wasser habe früher ganz andere Eigenschaften gehabt, wie jetzt, oder mit andern Worten, wenn man nicht behaupten will, das Wasser sei in der Urperiode kein Wasser gewesen, dass die Krystallisation dieser Steine nicht aus einer wässrigen Flüssigkeit erfolgen konnte. Nach der neptunischen Hypothese war der Erdkörper in seiner ersten Periode kalt. Wollte man auch zugeben, dass die Gesteine in Wasser aufgelöst waren, so lässt sich nicht begreifen, durch welche Agentien die

so bedeutende Verdunstung veranlasst wurde, welche nothwendig erfolgen musste, wenn die Abscheidung der aufgelösten Stoffe eintreten sollte. Dass die Sonnenwärme, wenn sie auch früher intensiver war, wie jetzt, nicht ausreichte, versteht sich von selbst. Die krystallisirten Mineralien, welche wir in frühesten Felsmassen antreffen, konnten daher nur durch Schmelzung entstanden sein. Die Erde muss also einst eine feurige flüssige Masse gewesen sein, welche langsam in den festen Zustand durch allmälige Abkühlung versetzt wurde.

§. 110.

Für einen Hauptbeweis, dass die Erdmasse in Wasser aufgelöst gewesen, hat man die Bergkrystalle genommen, in welchen man häufig kleine Höhlungen findet, die zum Theil mit Wasser angefüllt sind. H. *Davy* *) hat diesen Gegenstand einer genauen Untersuchung unterworfen, und es hat sich aus derselben ergeben, dass diese Erscheinung, statt die vulkanische Theorie zu erschüttern, gerade zu ihrer festern Begründung beiträgt. Er fand, als diese Krystalle unter einer Flüssigkeit durchbohrt wurden, dass dieselbe in die gemachte Oeffnung eindrang, und den Raum bis auf $^9/_{10}$ einnahm; der nicht erfüllte Raum bestand aus Luft. Dieses Eindringen der Flüssigkeit in die Höhlung des Krystalls beweist unwidersprechlich, dass der Krystall, als er gebildet wurde, eine so hohe Temperatur haben musste, dass die Flüssigkeit in der Höhlung den vorhandenen Raum vollkommen ausfüllte; denn nur durch diese Annahme wird es erklärlich,

---

*) Annales de Chimie et de Physique XXI. p. 132.

wie nach eingetretener Abkühlung ein leerer Raum in demselben entstehen konnte. „Bei der Temperatur des „nördlichen Winters," äussert sich *Davy*, „finden wir „das Wasser beständig krystallisirt. Im flüssigen Zustand „vermehrt sich sein Auflösungsvermögen mit der Tempe-„ratur, und es ist bekannt, dass als Gas die Elasticität „seines Dampfes im Verhältniss zur Wärme-Zunahme ge-„steigert wird. Eine Atmosphäre von Wasserdampf, „welche von einer unbegrenzten Quelle aus unterhalten „wird, kann daher diese Flüssigkeit fähig machen, einen „sehr hohen Grad von Wärme anzunehmen. Das Baryt-„hydrat behält sein Wasser in der Schmelzhitze. Es ist „sehr wahrscheinlich, dass es ein flüssiges Kieselerdehydrat „unter einem sehr grossen Drucke und bei sehr hoher „Temperatur giebt, welches, wie alle flüssigen Körper, „Luft absorbiren kann. Diese einzige Voraussetzung ge-„nügt zur Erklärung der Erscheinungen, welche das „Wasser in Bergkrystallen darbietet." *Mitscherlich* *) hat durch eine hohe Temperatur ähnliche Mineralien gebildet, wie sie im Urgebirge vorkommen, und aus seinen Versuchen ebenfalls geschlossen, dass die Urgebirge auf trocknem Wege, d. h. durch Gestehen einer durch Feuer geschmolzenen Masse, gebildet worden seien. *Mitscherlich* sagt: „Die Urgebirge der Erde hatten ein Mal eine sehr „hohe Temperatur; dieselbe Temperatur hatte dann auch „das Meer. Der Kochpunkt des Wassers richtet sich nach „dem Drucke der Atmosphäre, und wird die Temperatur

*) Abhandl. der K. Akad. der Wissensch. zu Berlin. 1822—1823. Phys. Kl. S. 25 ff.

„der Erde bis auf + 100° erhöht, so vermindert sich die „Tiefe des Wassers um 32 Fuss, und der Druck der „Atmosphäre wird verdoppelt. *De Laplace* berechnet aus „der Erscheinung der Ebbe und Fluth, und aus den Ge„setzen, worauf sie beruhen, dass die mittlere Tiefe des „Meeres ungefähr 4 geographische Meilen beträgt. Neh„men wir an, $^3/_4$ davon seien in Wassergas verwandelt, „so würde die Oberfläche der Erde einen Druck von „2250 Atmosphäre tragen, und bei demselben könnte die „Masse der Urgebirge sehr wohl geschmolzen sein, „ohne dass das Wasser, von welchem sie bedeckt waren, „zu kochen brauchte. Es ist also sehr möglich, dass diese „Masse unter einer Bedeckung glühenden Wassers fest „werden konnte. Diese hohe Pression kann das Spiel der „Affinitäten verändern. Im Urgebirge findet sich z. B. oft „kohlensaurer Kalk und kohlensaure Bittererde, sie fehlen „aber in vulkanischen Produkten, wo diese Erdarten mit „Kieselerde verbunden sind. Bei dieser hohen Pression „vermochte die Kieselerde nicht die Kohlensäure auszu„treiben, diess geschah aber bei den Produkten der Vul„kane, wo die Pression fehlte.“ Nach diesen Betrachtungen kann es auch nicht auffallen, dass selbst in den Urgebirgen wasserhaltige Mineralien, wie eine Menge Zeolithen, Calcedonen, Agaten etc. sich vorfinden. Alles beweist also, dass die Erde einst durch Feuer flüssig gewesen sein muss. Ja *Laplace* vermuthet sogar, dass die Stoffe, aus denen die Erdkugel besteht, zuerst in elastischer Form vorhanden gewesen, und nach und nach erst beim Erkalten in den flüssigen und endlichen festen Zustand übergegangen seien.

§. 111.

Dass die Erde einst eine höhere Temperatur besass, welche gleichförmig über den ganzen Erdkörper verbreitet war, beweisen

2) *Die tropischen Gewächse, welche selbst in den nördlichsten Climaten in den Steinkohlenformationen gefunden werden.*

Dieselben tropischen Pflanzen, welche man in den Kohlenflözen am Aequator findet, zeigen sich auch in denen von Spitzbergen. Auch findet man dieselben Arten von Versteinerungen im Uebergangskalkstein in allen Breiten und auf beiden Hemisphären. Bildete die Erde eine glühende Kugel, so musste eine höchst bedeutende Abkühlung eintreten, bevor organische Wesen auf ihrer erstarrten Oberfläche zu leben vermochten. Die Abkühlung konnte nur durch Wärmeausstrahlung in den unermesslichen Weltraum erfolgen. Man begreift leicht, dass auch die Theile unsers Erdkörpers, welche gegenwärtig das Quecksilber in eine starre Masse verwandeln, wegen der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit der Erde Jahrhunderte hindurch einen nicht geringen Wärmegrad behalten konnten; dass in demselben Verhältnisse, als die Oberfläche erkaltete, eine Zusammenziehung Statt finden, und dadurch Sprünge enstehen mussten, in welche sich die im Innern noch flüssige Masse ergoss, und dass dadurch von Neuem eine Quelle der Erwärmung der Oberfläche sich eröffnete. Kann es uns nun noch in Verwunderung versetzen, wenn wir in Spitzbergens Kohlenflözen tropische Gewächse finden, die jetzt nur in einem verkleinerten Maassstabe noch unter dem Aequator angetroffen werden? In einer vortrefflichen

Abhandlung hat *Adolph Brongniart* *) zu zeigen gesucht, dass vier Perioden angenommen werden können für die organischen Wesen, welche einst die Erdoberfläche bewohnten. Die Pflanzen, welche zur ersten Periode gehören, bestehen fast einzig aus gigantischen Gefäss-Kryptogamen von der ungeheuern Höhe von 10, 20, 60 Fuss. Nun aber ist bekannt, dass alle Pflanzen aus der Classe der Gefäss-Kryptogamen, eine um so beträchtlichere Grösse erreichen, als das Klima, in welchem sie wachsen, heisser ist. In den kalten Ländern findet man nur sehr kleine Species von den Pflanzen dieser Klasse; während man in den tropischen Regionen eine Menge Arten von weit ansehnlicherer Grösse antrifft. Die Farrenkräuter der kalten und gemässigten Zonen kriechen sämmtlich auf dem Boden hin, während die der Aequinoctialregionen sich zu einer Höhe von 10 — 20 Fuss erheben. Die kleinsten aller bekannten Species von Equiseten sind die aus Lappland und Kanada; die grössten wachsen auf den Antillen und im mittägigen Amerika. Es ist ferner bekannt, dass die Kryptogam-Gewächse bei gleicher Wärme in feuchter Atmosphäre grösser werden, als auf dem trocknen Lande, weil sie besser in warmer und feuchter Luft treiben. Wenn wir aber in den Erdschichten Sibirien's, Lappland's etc. vasculäre Kryptogamen antreffen, welche eine Grösse von 60 Fuss und baumartige Stämme zeigen, kann man dann noch zweifeln, dass diese Theile der Erde zur Zeit, als diese Pflanzen lebten, eine Temperatur gehabt haben müssen, welche bei weitem höher war, als die heutige der Aequinoctialregionen? Dass damals die Be-

*) Annales des sciences naturelles XV. p. 225.

schaffenheit der Atmosphäre ganz anders sein musste, als heut zu Tage, lässt sich leicht begreifen. Die Masse der Erde besteht, so weit wir sie kennen, grössten Theils aus Metalloxyden. Denkt man sich die Elemente ursprünglich im reinen Zustande vorhanden, so musste allein durch die chemische Action des Sauerstoffs ein allen Begriff übersteigender Verbrennungsprozess Statt finden, welcher allein schon hinreichend war, den ganzen Erdball zu einem Tropfen zusammen zu schmelzen. Hatte sich ein Mal seine Oberfläche oxydirt, so ging sie in einen zähern Zustand über, und schützte den innern Theil mehr und weniger vor der fernern Oxydation. Durch die Verbrennung des Wasserstoffs wurde das Wasser, und durch die der Kohle Kohlensäuregas in einem vielleicht eben so grossen Maassstabe als Wasser gebildet. Die erste Atmosphäre, in welcher organische Wesen lebten, war daher wahrscheinlich besonders reich an Kohlensäure und Wasserdunst. Schon §. 90. habe ich gezeigt, wie die Pflanzen besonders von der Kohlensäure leben, wie sie den Kohlenstoff in sich aufnehmen, und den Sauerstoff aushauchen. Je mehr Kohlensäure vorhanden, desto üppiger musste daher die Vegetation sein. Erst als nach einer langen Periode die Pflanzen den Kohlenstoff der Kohlensäure in den festen Zustand übergeführt, und so die Luft in demselben Verhältnisse an Sauerstoff reicher wurde, tritt das vollkommene Thierreich, versehen mit Athmungswerkzeugen, auf.

§. 112.

Dass die Erde einst eine höhere Temperatur hatte, als gegenwärtig, ergibt sich

3) *aus der Zunahme der Temperatur im Innern der Erde.*

War die Erde einst kalt, so folgt, dass ihre Erwärmung nur durch den Einfluss der Sonnenstrahlen erfolgen konnte. Diese Einwirkung kann sich nur auf eine gewisse Tiefe erstrecken, welche von der geographischen Breite abhängig ist. Je tiefer man gelangt, desto mehr muss die Temperatur abnehmen, und in verschiedenen Entfernungen von der Oberfläche, je nach der Lage des Ortes, muss die Temperatur unveränderlich angetroffen werden.

Vergleichen wir mit dem aufgestellten Satze die Erfahrungen, die man seit mehrern Jahren über die Temperatur der Erde gemacht hat, so ergiebt sich gerade das Gegentheil. Zwar findet man allerdings überall eine Stelle in einer gewissen Tiefe, deren Temperatur unveränderlich ist. Aber unter dieser Stelle befindet sich die Temperatur, an allen Orten, wo bis jetzt Beobachtungen angestellt wurden, in stetem Zunehmen. *Fox* *) hat in Cornwall in 10 verschiedenen Gruben Untersuchungen angestellt, und fast ganz übereinstimmende Resultate erhalten, welche in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

Das englische Lachter = 5,63 französische Fuss = 1,83 Meter.

Bei	10	englische	Lachter	Tiefe	+	10,1	C.
Von 20	bis 30	»	»	»	+	16,1	»
» 30	» 40	»	»	»	+	16,3	»
» 50	» 60	»	»	»	+	16,8	»
» 60	» 70	»	»	»	+	1,77	»
» 70	» 80	»	»	»	+	18,8	»
» 80	» 90	»	»	»	+	20,2	»

*) Annales de Chimie et de Physique XVI. p. 78. Berzelius Jahresbericht, 2r Jahrg. S. 128.

Von 90 bis 100	englische Lachter	Tiefe	+ 21,0 C.
» 120 » 130	»	»	+ 20,9 »
» 130 » 140	»	»	+ 22,3 »
» 150 » 160	»	»	+ 23,9 »
» 190 » 200	»	»	+ 24,4 »
» 230	»	»	+ 25,8 »
» 240	»	»	+ 27,8 »

Lampadius und *d'Aubisson* *) haben ähnliche Untersuchungen in den Gruben des sächsischen Erzgebirges vorgenommen. Der letztere fand in der Grube »bescheert Glück« in einer Tiefe von 180 Metres + 11°,2 bei 260 M. + 15°. In der »alten Hoffnung Gottes« fand man folgende Temperaturen:

Bei 73 Meter	+ 9,0° C.
» 170 »	+ 12,8° »
» 270 »	+ 15,0° »
» 300 »	+ 18,7° »

Diese Temperaturen wurden regelmässig 3 Mal des Tages 2 Jahre hindurch immer gleich beobachtet. Aehnliche Beobachtungen wurden in den Gruben von Spanien, Frankreich, Peru gemacht. *Magnus* **) fand in dem Bohrloche von Rüdersdorf in einer Tiefe von 655 Fuss + 19,8 C. *Schmidt* beobachtete in demselben

in einer Tiefe von 745 Fuss	+ 21,5° C.
» » » » 800 »	+ 22,0° »
» » » » 830 »	+ 22,5° »
» » » » 880 »	+ 24,5° »

Fasst man alle bis jetzt bekannten Erfahrungen zu-

*) Jahresbericht, I. Jahrg. S. 1109.
**) Poggendorff, Annalen XXVIII. S. 233.

sammen, so ergiebt sich für 60 Fuss Tiefe eine Temperaturzunahme von 1° C. Es versteht sich jedoch von selbst, dass dieses Verhältniss keine constante Grösse sein kann, sondern gegen das Innere die Wärme in einem beschleunigten Maasse zunehmen, und dass in gewissen Tiefen die ursprüngliche Hitze noch ungeheuer sein muss. Es ist daher mehr wie wahrscheinlich, dass unsere Erde gegenwärtig noch aus einer feurig flüssigen Masse besteht, welche mit einer festen Hülle umschlossen ist. Die noch thätigen Vulkane stehen wahrscheinlich durch Kanäle mit derselben in Verbinduug, und alle bedeutenden Einwirkungen finden durch die Oeffnungen der Feuerberge einen Ausweg. Die heftigsten Reactionen werden eintreten, wenn Wasser und Luft mit der glühenden Masse in Berührung kommen. Der bereits feste Theil der Erde hat jedoch schon eine solche Dicke erreicht, dass, ausser den vulkanischen Verbindungskanälen, selten das Wasser in der Erde seinen Lauf bis zu solchen Tiefen erstreckt; daher treten nur selten vulkanische Erscheinungen an Orten ein, die keine thätigen Kratere mehr zeigen. Sollten jedoch einst durch zufällige Veranlassungen grosse Massen von Wasser und Luft auf die noch flüssige, wahrscheinlich grössten Theils aus Alkalischen und Erd-Metallen bestehende Masse gelangen, so können Erscheinungen eintreten, welche mit ähnlichen Catastrophen endigen, als die waren, welche bereits die Erde ohne Zweifel schon einige Mal erlitten hat.

§. 113.

Die Abkühlung der Oberfläche der Erde erfolgte anfangs vorzüglich durch Wärmeausstrahlung, die des fest

gewordenen innern Theils durch Mittheilung der Wärme an die schon kältere äussere Masse. Es musste nämlich eine Periode eintreten, wo die Erdrinde ihre ursprüngliche Wärme grossen Theils verloren, und die fernere Erwärmung derselben nur noch durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen bedingt werden konnte; diese dadurch entstandene Erwärmung musste nach der geographischen Lage verschieden sein; es entstanden endlich die klimatischen Verhältnisse, die wir gegenwärtig antreffen. Es ist begreiflich, dass wenn die Leitungsfähigkeit der festen Erdmasse für die Wärme in gleichem Verhältnisse zum Wärmeausstrahlungsvermögen derselben gestanden, d. h. wenn die Wärme, welche von der Oberfläche der Erde fortwährend ausstrahlte, in gleichem Maassstabe von den noch im Innern vorkommenden heissen Theilen ersetzt worden wäre, eine vollständige Abkühlung der Oberfläche nur mit einer vollständigen Erstarrung der ganzen Erdmasse hätte erfolgen können. Nun aber sind bekanntlich die festen Theile, aus denen die Erde besteht, höchst schlechte Wärmeleiter. Die im Innern sich noch vorfindende ursprüngliche Wärme wurde nur so langsam an die schon kältere Masse abgegeben, dass die Oberfläche schon längst in einem kalten Zustande sich befinden konnte, während in nicht bedeutenden Tiefen noch ein feurig glühender Zustand möglich war. Man hat Lavaströme beobachtet, welche vor Jahrhunderten geflossen, und in mehreren Fuss Tiefe noch eine solche Hitze zeigten, dass Wasser zum Kochen gebracht werden konnte. Die Abkühlung im Innern der Erde kann, nachdem ein Mal die Oberfläche bis auf einen gewissen Grad erkaltet war, nur noch sehr langsam von Statten gehen, und die ursprüngliche Hitze,

welche die Erde in gewissen Tiefen noch zeigt, kann auf die Temperatur der Oberfläche nicht mehr den geringsten Einfluss haben.

Es ist bekannt, dass die Wärme alle Körper ausdehnt, und dass durch Erkaltung dieselben ihre Volumen vermindern. So lange die ganze Erde eine bedeutende hohe Temperatur zeigte, musste sie einen grössern Raum einnehmen, als jetzt. Die Temperaturabnahme aber musste nothwendig eine Verminderung ihres Durchmessers, und eine Vermehrung ihrer Rotations-Geschwindigkeit zur Folge haben.

Da jedoch jedes Theilchen der Erde seine primitive Rotations-Geschwindigkeit auch während der Abkühlung beibehielt, und mithin in gleichen Zeiten gleich grosse Räume durchlief, die Zeit einer ganzen Umschwingung des Erdballs aber in dem Verhältniss der Abkühlung sich verminderte, so musste nothwendig die Länge des Tages abnehmen. Eine solche Abkühlung kann aber nach dem bereits Mitgetheilten nur noch in dem allerkleinsten Maassstabe erfolgen.

De Laplace *) hat aus astronomischen Verhältnissen, durch Berechnung der Wirkung der Abkühlung auf die Verkürzung des Tages gefunden, dass der Tag seit des *Hipparchus* Zeiten dadurch nicht eine $^1/_{300}$ Sekunde verkürzt werden konnte. Die Abkühlung der Erde ist also während dieser Zeit fast = 0 zu setzen. Zu demselben Resultate gelangte *Arago*, **) mit Benutzung der Berechnungen von *Laplace*, in seiner berühmten Abhandlung „über den

*) Berzelius Jahresbericht, Ir Jahrg. S. 152.
**) Ed. New. Phil. Journ. XVI. p. 205.

Wärmestand unserer Erdkugel“ durch Vergleichung des Bogens, den der Mond zu *Calipherno's* Zeiten in einem astronomischen Tage durchlaufen hat, mit dem Bogen, welchen er jetzt noch in derselben Zeit durchläuft. Es versteht sich von selbst, dass die Länge der Bahn des Mondes nicht auf der Rotation der Erde beruht. Es ergiebt sich aus dieser Vergleichung, dass der Bogen, welchen der Mond während eines Sterntages zurücklegt, jetzt noch *genau derselbe* ist, wie früher, mag man ihn aus den Beobachtungen der arabischen, oder der griechischen Astronomen in Alexandrien berechnen. Aus dieser astronomischen Demonstration konnte man bestimmen, dass in den letzten 2000 Jahren die Mitteltemperatur der Erde nicht um $^1/_{10}{}^0$ C. sich verändert habe. „Nehmen „wir“ sagt Arago, „an, dass die mittlere Temperatur in der „Richtung eines jeden Halbmessers der Erdkugel seit „2000 Jahren *um einen Grad* des hunderttheiligen Ther-„mometers abgenommen habe; nehmen wir ferner als „Normal-Ausdehnung der Erdmasse, die Ausdehnung des „Glases an, welche ungefähr einen hunderttausendstel „Theil für einen Grad beträgt, so wird eine Temperatur-„abnahme der Erde um *einen* Grad in der diametralen „Richtung derselben eine Verringerung ihrer Dimensionen „von einem hunderttausendstel Theil zur Folge haben. „Eine Verringerung des Durchmessers muss nothwendig „eine Rotations-Geschwindigkeit bedingen. Die Gesetze „der Mechanik lehren uns, dass eine Verminderung um „einen hunderttausendstel Theil in den Dimensionen einer „Kugel, einer Vermehrung der Umdrehungs-Geschwindig-„keit von einem fünfzigtausendstel Theil entsprechen. Der „astronomische Tag müsste demnach, um die Gesammtzahl

„der Sekunden, aus denen er besteht, getheilt durch „50,000 d. i. $^{86400}/_{50000} = 1,7$ Sekunde kürzer geworden sein. „Die Beobachtungen der Bewegung des Mondes beweisen „aber, dass seit *Hipparchus* Zeiten der Sterntag nicht um „$^1/_{100}$ einer Sekunde abgenommen hat, eine Grösse, wel- „che den 170sten Theil von 1,7 Sekunden beträgt. Die „Verminderung der Temperatur beträgt mithin noch 170 „Mal weniger als $^1/_{10}$ Grad; in 2000 Jahren hat sich daher „die mittlere Temperatur der gesammten Erdmasse nicht „um $^1/_{170}{}^0$ C. geändert.“

§. 114.

Zu gleichen Resultaten gelangte *Arago* auch durch Vergleichung der klimatischen Verhältnisse verschiedener Stellen und Länder, sowohl der frühern wie der gegenwärtigen Zeit. So scheint die mittlere Temperatur von Palästina seit Moses Zeiten sich nicht verändert zu haben. Nach *Schouw*, ein schwedischer Reisender, ist zum Reifen der Datteln eine bestimmte mittlere Temperatur erforderlich. Der Weinstock hingegen kann nicht mehr mit Vortheil gepflanzt, d. h. es kann aus seinen Früchten kein Wein mehr erhalten werden, wenn eine gewisse mittlere Temperatur *überstiegen* wird. Die Gränze nun der Temperatur, welche wenigstens zur Reife der Datteln erfordert wird, steht der Gränze sehr nahe, welche als der höchste Stand für die Weinerzeugung gelten kann. Wenn sich also ermitteln lässt, dass zu zwei verschiedenen, durch einen grossen Zeitraum getrennten Epochen, an demselben Orte die Datteln und die Weintrauben reifen können, so muss sich hieraus ergeben, dass sich das Klima in der Zwischenzeit nicht verändert habe. Aus der heiligen Schrift

lässt sich entnehmen, dass in den Thälern von Palästina zu Moses Zeiten sowohl der Dattelbaum als der Weinstock gebaut wurde. Und ganz gleich ist es noch jetzt. *Arago* führt noch eine Menge Beispiele dieser Art an, so ist z. B. die Gränze der Olivenbäume in Frankreich noch da, wo sie im Alterthum war. Es genügen jedoch diese wenigen Belege.

Kann man nun noch an der Richtigkeit der oben ausgesprochenen Ansicht: dass die Erde einst eine hohe Temperatur hatte, zweifeln, wenn dieselbe so vollkommen durch chemische, physikalische, geognotische, naturhistorische, astronomische, mathematische und Pflanzen-geographische Kenntnisse unterstützt wird, ja aus den Gesetzen dieser Wissenschaften hervorgeht?

§. 115.

Wie sind die vulkanischen Gebirge, wie Basalt etc., entstanden?

Wenn unter vulkanischen Gebirgsarten alle diejenigen verstanden werden, welche einst eine geschmolzene Masse bildeten, so müssen zu denselben natürlich alle primitive Gesteine gerechnet werden. Unter vulkanischen Gebirgen versteht man jedoch in der Regel nur solche, welche

1) nicht an der Stelle erkalteten, wo sie ursprünglich sich im flüssigen Zustande befanden;
2) welche sich theils über die schon erkalteten primitiven, theils über die schon vorhandenen secundären und tertiären Gebirge ergossen, folglich späterer Bildung sind;
3) die aber in ihrem Gefüge unverkennbare Charaktere einer geschmolzenen Masse zeigen, und in der Regel

durch gewaltsame Einwirkungen emporgetrieben wurden, und

4) welche sich von den Urgesteinen, durch eine mehr glasige oder schlackenartige Struktur unterscheiden.

Der Veranlassungen zu der Bildung dieser vulkanischen Gebirgsmassen können mancherlei gedacht werden.

Es ist natürlich, dass in dem Verhältniss, als die Oberfläche der Erde sich abkühlte, eine Zusammenziehung Statt finden musste. Die inneren noch glühenden Theile befanden sich aber in ihrer ursprünglichen Ausdehnung, und so musste eine ungeheure Spannung von Innen nach Aussen eintreten, welche die gewaltigsten Zerreissungen der Aussendecke verursachte. Diese Erscheinungen konnten und mussten sogar mehrere Male eintreten, und noch zu Zeiten, als bereits die Bildung der Uebergangsgesteine begonnen hatte. In die dadurch entstandenen Becken ergoss sich entweder mit Gewalt die noch flüssige Masse; oder es wurden dieselben mit späteren Bildungen ausgefüllt. Gleich heftige Erscheinungen mussten erfolgen, wenn in das Innere der Erde Wasser und Luft zu dringen vermochte. Durch Zersetzung des Wassers, durch Verwandlung desselben in Wassergas und durch Erhitzung der Luft erlangten die vorhandenen Gasarten eine solche Spannung, dass sie mit Gewalt die oberen Erdschichten zersprengten. Die eingesperrten Gase setzten sich nun entweder in Freiheit, ohne die innere Masse selbst mit heraufzureissen, wodurch dann die Kesselbildungen entstanden, von denen die Umgebungen von Baden ein so schönes Bild geben, und welche sich dadurch auszeichnen, dass die aus einander gerissenen Schichten an beiden Enden des Kessels ihre Köpfe sich gegenseitig zustrecken —

oder sie trieben die noch glühende Masse mit in die Höhe, welche sich dann über die Oberfläche der vorhandenen Gebirge ergossen. Vulkanische Gesteine dieser Art zeigen immer ein blasenartiges Aussehen, herrührend von der Entwicklung der anfangs absorbirten Gasen. (Man vergleiche das §. 91. Gesagte über die Stellung der geschichteten Gebirgsarten zu den vulkanischen.)

Während aber die Urgebirge nur sehr langsam und unter ungeheurer Pression erkalteten, daher die Bedingungen zu einer regelmässigen Krystallisation gegeben waren, mussten hingegen die vulkanischen Gesteine, die zu einer Periode auf die Erdoberfläche getrieben wurden, in der die letztere schon erkaltet, und die Luft durch ihre Strömungen abkühlend einzuwirken vermochte, besonders ihre Oberfläche rasch in den festen Zustand übergehen. Eine deutliche Krystallisation konnte daher unmöglich eintreten. Die erkaltete Masse musste mehr oder weniger das Ansehen zeigen, welches die Schlacken des Eisenprozesses in Hocheisenofen darbieten.

§. 116.

In welchem Verhältniss steht die gesammte Erdwärme zur Wärme der vulkanischen Gebirgsarten?

Aus den angestellten Betrachtungen ergiebt sich, dass die vulkanischen Gebirge so wie die primitiven Gesteine aus derselben Urmasse ihr Material erhielten. Der Unterschied besteht nur darin, dass die letzteren schon in einem erkalteten festen Zustande sich befanden, als die erstern, aus der Tiefe hervorbrechend, noch mit der ursprünglichen Hitze versehen waren. Nehmen die vul-

kanischen Gesteine nur einen kleinen Raum ein, so konnte durch die kältern Umgebungen in einer gewissen Zeit, auch trotz der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit der Gebirge, eine Ausgleichung der Temperatur Statt finden. Je grösser aber ihre Massenanhäufung gewesen, desto länger wird sich im Innern die ursprüngliche Wärme erhalten. Einen und denselben Temperatur-Grad wird man daher in den vulkanischen Bergen in einer viel geringeren Tiefe antreffen, als in den nicht vulkanischen.

§. 117.

Die Erwärmung der Mineralquellen.

Ich habe absichtlich während der ganzen Untersuchung über die Erdwärme, die Mineralquellen aus dem Spiele gelassen. Haben wir durch dieselbe die Ueberzeugung gewonnen, dass im Innern der Erde eine Temperatur-Zunahme Statt findet, und halten wir die in §. 84—87. gegebene Erklärung über die Entstehung der Quellen für die richtige, so müssen wir auch ferner annehmen, dass Wasser, welches bis zu einer gewissen Tiefe eindringt, die Temperatur annehmen muss, welche das Erdreich in derselben zeigt. Gelangt dieses Wasser wieder auf die Oberfläche, so wird es, unter der Annahme, dass, während des Emporsteigens keine Wärmentziehung möglich sei, die Temperatur zeigen, welche der Tieferwärme entspricht, und welche die Erwärmung des Wassers bedingt. Erkältung aber wird eintreten durch die kältern Erdschichten, durch welche das Wasser hindurchzudringen gezwungen ist, und durch Zusammentreffen mit kälterm Wasser. Die Erdschichten, besonders die etwas tiefern, werden jedoch in der Regel nicht sehr verändernd auf die Temperatur-

einwirken, wenn das Wasser immer demselben Kanale folgt; denn haben ein Mal die Umgebungen sich erwärmt, und den Temperaturgrad des Wassers angenommen, so können sie natürlich nicht mehr störend einwirken. Die Tiefe, bis zu welcher das Meteorwasser dringen muss, um eine Temperatur von 30, 40 ja 50° C. zu zeigen, braucht jedoch nicht sehr bedeutend zu sein, und verschwindet gewisser Maassen im Vergleich zum Durchmesser der Erde.

In §. 113. finden wir, dass bei 880 Fuss Tiefe die Erdwärme 24,5° C. ist. Es ist natürlich, dass mit der Tiefe, wie bereits bemerkt wurde, die Temperatur in beschleunigendem Maasse zunehmen muss. Das Badener Wasser zeigt eine Wärme von 50° C. In einer Tiefe von 1760 Fuss muss schon nach dem oben gegebenen Verhältnisse eine solche Erhitzung möglich sein. Kommt das Thermalwasser aus vulkanischen Gesteinen, so braucht es nicht ein Mal so weit einzudringen, um dieselbe Temperatur zu zeigen. Die vulkanische und die Erd-Wärme ist aber gleichen Ursprungs; mag daher der Boden, aus welchem das Thermalwasser zu Tage bricht, vulkanisch oder nicht vulkanisch sein, die Erwärmung desselben wird stets erfolgen *durch die Tiefenwärme der Erde.*

